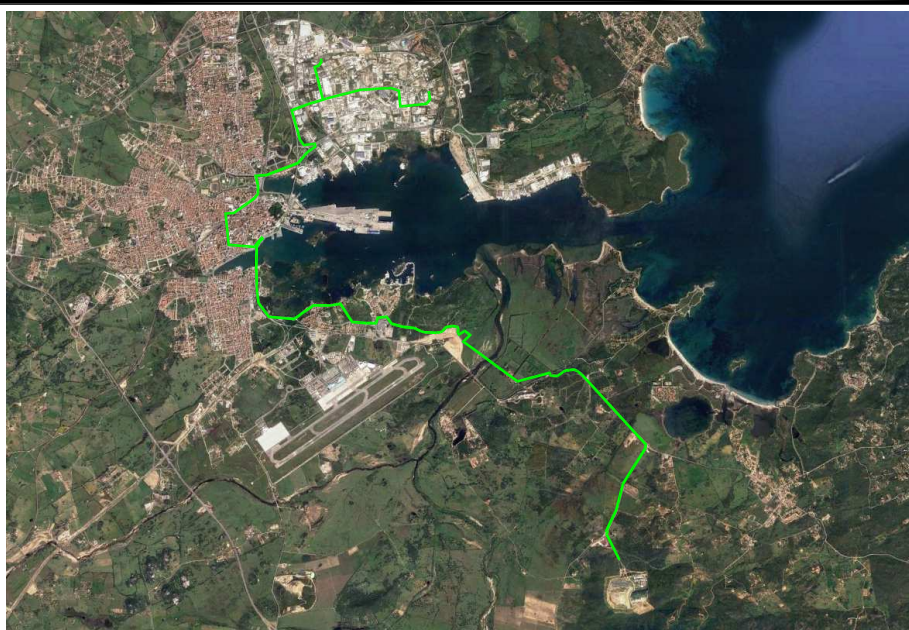




Progetto per l'immissione nella rete gas di Olbia del biometano prodotto nella discarica consortile in Località Spiritu Santu.



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

LOTTO 2 - Dall'ospedale Mater Olbia alla Zona Industriale

B - GEOLOGIA

NOME FILE

B.2 - Studio di compatibilità idraulica rete gas

SCALA

CODICE ELAB.

B2

REV. **A**

PRIMA EMISSIONE

DATA

Progettazione:



COSIN S.r.l.
 SOCIETA' DI INGEGNERIA
 09134 CAGLIARI - VIA SAN TOMMASO D'AQUINO, 18
 Tel. e Fax +39 070 2346766
 info@cosinsrl.it
 COD. FISC. - P. IVA: 03043130925



**ORDINE INGEGNERI
 PROVINCIA DI CAGLIARI**
 N. 4255 **Dott. Ing. Giuseppe DELITALA**

Collaboratori:



Calcoli Idraulici
 Ing. Claudia Fuedda

Interferenze
 Ing. Nicola Marras

Computo Metrico
 Geom. Ivan Pireddu

COMUNE DI OLBIA

Progetto per l'immissione nella rete gas di Olbia del biometano prodotto nella discarica consortile in Località Spiritu Santu.

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

Lotto 2 - Dall'ospedale Mater Olbia alla Zona Industriale

B. 2 – STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA RETE GAS

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	8
4.	INQUADRAMENTI PIANIFICAZIONI VIGENTI	9
4.1	INQUADRAMENTO P.A.I.....	11
4.2	INQUADRAMENTO INVILUPPO ART.8 C2 – PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI.....	12
4.3	INQUADRAMENTO P.S.F.F.....	13
4.4	INQUADRAMENTO P.G.R.A.....	16
4.5	INQUADRAMENTO VARIANTE AL P.A.I. – FASCE URBANO.....	17
4.6	INQUADRAMENTO PERIMETRAZIONE STUDIO P.R.T.C. – AGGLOMERATO INDUSTRIALE	18
4.7	INQUADRAMENTO PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA HG	19
5.	CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO PROPOSTO	22
5.1	SVILUPPO DEL NUOVO FEEDER.....	22
5.2	CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE DELLE TUBAZIONI.....	23
5.3	CONDOTTE DI TRASPORTO IN MEDIA PRESSIONE 4 [^] SPECIE (1,5 < P ≤5 BAR).....	23
5.4	TRACCIATO LOTTO 1 E LOTTO 2	24
6.	INTERFERENZE E ATTRAVERSAMENTI.....	26
6.1	INTERFERENZE E ATTRAVERSAMENTI IN RELAZIONE AL P.A.I.	26
6.2	INTERFERENZE IN RELAZIONE AL P.S.F.F.....	39
7.	SEZIONI DI POSA DELLA CONDOTTA IN AREE PERIMETRATE PAI	40
8.	ANALISI DELL'AREA INTERESSATA DALLE OPERE	41
8.1	CARATTERI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI	41
8.2	CARATTERI GEOPEDOLOGICI	50
8.3	CARATTERI DELL'IDROGRAFIA.....	52
8.4	CARATTERI IDROGEOLOGICI	53
9.	CONSIDERAZIONI SULL'INTERAZIONE OPERA-PERICOLOSITA' IDRAULICA	57
9.1	IL CONCETTO DI RISCHIO IDROGEOLOGICO	57
9.2	IL PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI	58
9.3	L'OPERA IN PROGETTO IN RELAZIONE AL P.A.I.	59
9.4	SOVRAPPOSIZIONE DEL P.A.I. CON GLI INTERVENTI IN PROGETTO.....	64

9.5	INTERAZIONE TRA TIRANTI E VELOCITÀ (VARIANTE PIANO MANCINI), E LE OPERE IN PROGETTO	83
9.6	COORDINAMENTO TRA IL P.A.I. E IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (P.G.R.A.)	91
9.7	PROCESSI EROSIVI IN ALVEO	96
10.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	99
11.	BIBLIOGRAFIA.....	101
	ALLEGATI.....	101
	RIFERIMENTI PROGETTUALI ALLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	101
	RIFERIMENTI ATTRAVERSAMENTI SOGGETTI A PARERE GENIO CIVILE – ADIS	102

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo "Studio di compatibilità idraulica rete gas" a corredo del progetto definitivo-esecutivo per il "L'immissione nella rete gas di Olbia del bio-metano che verrà prodotto nel nuovo impianto che sorgerà nei pressi della discarica consortile in Località Spiritu Santu ubicata a sud di Olbia".

Tale relazione è volta ad esaminare gli aspetti idraulici atti alla verifica compatibilità delle opere previste con l'area in esame. Nell'analisi delle opere previste in progetto si è reso necessario considerare le interazioni che esistono tra le condotte, la perimetrazione vigente del PAI art. 8 comma 2 e la perimetrazione vigente delle fasce fluviali di inondabilità.

La società Fiamma 2000 S.p.A. nel mese di maggio dell'anno 2015, ha conferito l'incarico alla società di Ingegneria Cosin Srl, per la redazione dello "*studio di fattibilità tecnico-economico di un impianto per la distribuzione del gas metano a servizio della zona Industriale di Olbia, approvvigionato da serbatoi criogenici di GNL*" Successivamente nell'anno 2016 è stato conferito l'incarico per la redazione della progettazione definitiva-esecutiva, direzione dei lavori e coordinamento per la sicurezza.

Agli utenti sarà fornito o il biometano, ricavato dal biogas prodotto nella discarica Spiritu Santu di Olbia, oppure (in futuro) il GNL (gas naturale liquido) stoccato nei serbatoi criogenici della zona industriale (non oggetto del presente intervento).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici da 100 mc cadauno, destinati in futuro a contenere GNL atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

L'intervento può essere riassunto come una condotta di trasporto del gas in media pressione (4 °specie) che si sviluppa in affiancamento a strade comunali, statali e private passando per il centro abitato di Olbia per poi giungere alla zona industriale.

Il progetto prevede la realizzazione di un collegamento tra la discarica e la rete esistente di Olbia, attraverso un *feeder* di collegamento che porterebbe il biometano sia nel centro urbano che nella zona industriale, ad oggi non servita dalla rete del gas.

La condotta di nuova realizzazione che trasporterà il biometano, ha la duplice funzione quella di stoccare il gas nelle ore notturne (quando il consumo è minimo) e di trasportarlo nelle ore diurne (quando il consumo del gas è massimo).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici (non oggetto del presente progetto), destinati a contenere GNL (gas naturale liquido) atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

Per l'erogazione del servizio sono necessarie le seguenti opere:

a) **Condotta di Trasporto** in media pressione ($1,5 \text{ bar} < p = < 5 \text{ bar}$ - condotta 4°specie)

Gli **Impianti di derivazione di utenza**, che comprendono **gli allacciamenti interrati** (a partire dall'organo di presa della condotta su strada fino l'uscita dal terreno in corrispondenza dei fabbricati da servire), gli **allacciamenti aerei** (che congiungono gli allacciamenti interrati ai rispettivi gruppi di misura ubicati presso gli utenti, ovvero gli utilizzatori finali del gas), e i **Gruppi di misura** installati presso ciascuna utenza, per la misurazione dei consumi, verranno realizzati successivamente e non sono oggetto del presente progetto.

L'impianto dovrà essere realizzato secondo le più avanzate tecnologie sia dal punto della distribuzione del gas che dal punto di vista della sicurezza.

Le tubazioni impiegate saranno in polietilene ad alta densità.

La rete da realizzare (**2° lotto**), è così costituita:

Diametro condotta DN 355, DN 315 e DN200 tra l'ospedale Mater Olbia, passando per la zona Poltu Quadu sino ad arrivare al centro di Olbia e terminare nella zona industriale a nord della città. Per un totale di $2.820\text{ml}+8364+2730 = 13.914$ ml in questo tratto si transita su strade sterrate e asfaltate con diverse zone in affiancamento alla rete già realizzata per il GPL cittadino.

Il presente lavoro è svolto in accordo con le normative vigenti in materia D.M. 11.03.1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*" e con le NTC 2008.

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 267 del 03/08/1998 “Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia”.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Legge 109/94 3 e D.P.R. 554/99 in materia di lavori pubblici.
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”.
- Legge n. 64 del 02/02/1974 recante “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
- D.P.R. 380/2001 - “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”. (Art.61 – Abitati da consolidare)
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – “Norme in materia ambientale”
- D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Art. 21 delle Norme di attuazione del P.A.I.
- Art. 24 delle Norme di attuazione del P.A.I., allegato E.

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – “Norme in materia ambientale”
- D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Art. 17, comma 6 Legge n. 183 del 19 Maggio 1989, Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale)
- Delibera n. 2 del 17/12/2015 “Predisposizione del complesso di ‘Studi, indagini, elaborazioni attinenti all’ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)” - Approvazione in via definitiva ai sensi dell’art. 9 L.R. 6 dicembre 2006, n. 19 e s.m.i..
- D.P.C.M. 24.02.2015 e allegati – “Relazione sul recepimento della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri”.
- PGRA – PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI – approvato con Delib. Comitato istituzionale dell’Autorità di bacino n° 2 del 15.03.2016 (BURAS n° 15 del 31.03.2016) e con DPCM 27.10.2016 (GURI n. 30 del 6.2.2017 BURAS n° 10. Del 27.02.2017)
- Studio di Variante al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia, adozione con Delib. Comitato Istituzionale dell’autorità di Bacino n° 2 del 16.05.2015
- Studio di Variante al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia PARTE FRANE , adozione con Delib. Comitato Istituzionale dell’autorità di Bacino n° 2 del 02.03.2016
- Studio di maggior dettaglio art.8 c.2 extraurbano OLBIA – Idraulico - Delib. Consiglio comunale di Olbia n° 11 del 02.03.2016
- Studio art. 8 c.2 Idraulico e geologico geotecnico PRU Pittulongu Extraurbano OLBIA – Idraulico – Approvato con Delib. Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino n° 13 del 03.04.2013.

- Studio art. 8 c.2 Idraulico e geologico geotecnico CIPNES GALLURA - Agglomerato industriale di Olbia – Idraulico – Approvato con Delib. Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n° 13 del 13.03.2015

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il presente progetto, riguardante il territorio del Comune di OLBIA, ricade nella zona Omogenea di Olbia-Tempio della Provincia di Sassari e intende dotare il Comune e la Zona Industriale a Nord di Olbia, di un servizio di distribuzione di gas bio-metano combustibile principalmente le esigenze delle attività artigianali, commerciali, e industriali. Il servizio assicurerà agli utenti la disponibilità costante di energia a costi contenuti.



Figura 1 - limiti amministrativi del Comune di OLBIA.

L'area in esame, è situata nella zona Nord-Orientale della Sardegna.

Il Comune interessato è inquadrato dai fogli 444 dell'IGM (Istituto Geografico Militare) in scala 1:50.000, e ricade nelle Carte Tecniche Regionali 1:10.000 indicate dai rettangoli Rossi (444060-444070-444110).



Figura 2 - Inquadramento cartografico delle zone in cui ricade il progetto

4. INQUADRAMENTI PIANIFICAZIONI VIGENTI

L'opera a rete prevista presenta una estensione territoriale mediamente vasta e attraversa dei settori caratterizzati da vincoli legati a strumenti di pianificazione differenti.

Di seguito vengono descritti diversi inquadramenti in funzione dei vincoli esistenti lungo tutto il percorso delle opere a rete previste.

La tabella sottostante riassume la sovrapposizione degli interventi all'interno delle perimetrazioni relative ai differenti piani esistenti nel territorio con riferimento alle chilometriche dei differenti tratti coinvolti.

	PIANI	PAI	VARIANTE	PSFF	PAI+PSFF	PRTC	PGRA
RAMO M	0			X	X		X
	0+830			X	X		X
	1+490			X	X		X
RAMO A1	1+320					X	
	1+680					X	

TRONCO PRINCIPALE	0+300				X		
	0+400				X		
	1+40				X		
	1+300				X		
	1+600				X		
	2+40				X		
	3+800				X		X
	3+830				X		X
	3+880				X		
	3+900	X		X	X		X
	4+60	X		X	X		X
	4+180	X		X	X		X
	4+460	X		X	X		X
	4+700	X		X	X		X
	4+900	X		X	X		X
	5+90	X		X	X		X
	5+130			X	X		X
	5+225			X	X		X
	5+800				X		
	5+860				X		
	8+530		X				
	8+800		X				
	9+250		X				
	9+950		X				
	10+20		X				
	10+400		X				
	10+900		X				X
	10+950	X	X				X
	11+40	X	X	X			X
	11+90	X	X	X			X
	11+100	X		X			X
	11+140	X		X			X
	11+350	X	X	X			X
	11+450	X	X	X			X
	11+500		X	X			X
	11+530		X	X			X
	11+560		X	X		X	X
	11+650		X	X		X	X
	11+690		X	X		X	X
	11+800		X	X		X	X
	11+830		X	X			X
	11+990		X	X			X
12+50		X					
12+400					X		
12+625		X			X		
12+850		X			X		
12+885		X			X		

Tabella 1 – Tabella riassuntiva della sovrapposizione degli interventi con le perimetrazioni vigenti per i diversi piani.

4.2 Inquadramento inviluppo art.8 c2 – Piano Stralcio Fasce Fluviali

La perimetrazione riportata di seguito è stata ricavata dallo “Studio di maggior dettaglio ai sensi dell’art. 8 comma2 delle NTA del P.A.I. del territorio extraurbano del Comune di Olbia”, del Novembre 2015. Dall’analisi della cartografia è stato possibile individuare le porzioni di territorio comunale interessate da pericolosità idraulica Hi.

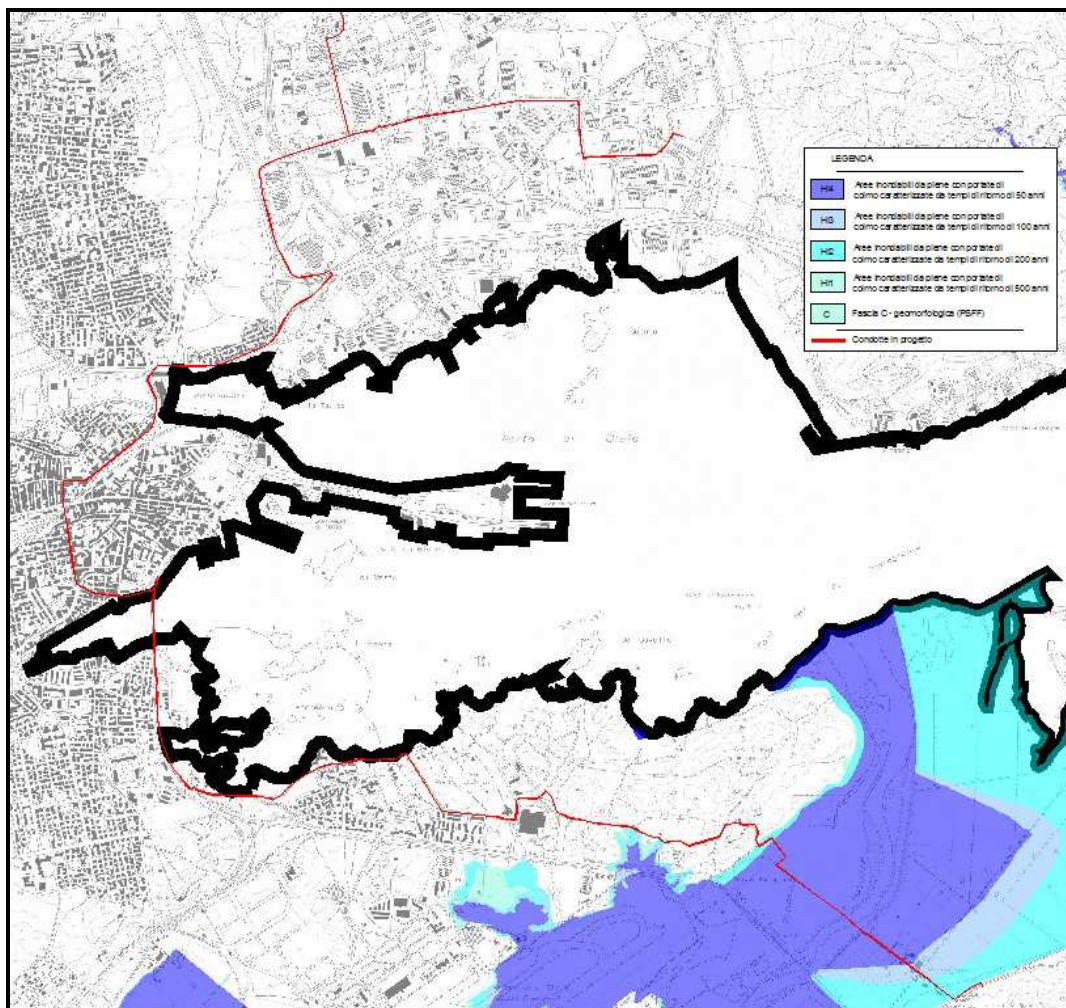


Figura 4 – Stralcio della tavola B.8 allegata in progetto. In rosso: le opere previste (Rif. Elab. progettuale B.8).

4.3 Inquadramento P.S.F.F.

Dall'analisi della cartografia del P.S.F.F. - "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali" - attraverso la sovrapposizione delle opere previste è stato possibile individuare le porzioni di territorio comunale interessato da fasce di inondabilità ai differenti tempi di ritorno T_r (2, 50, 100, 200 e 500 anni).

- L'area in esame è individuata dalla cartografia PSFF dagli elaborati
4_12_PA002_2_1_0 e dalla tavola **PA002**.
4_11_SE001_2_1_0 e dalla tavola **SE001**.
4_11_SN001_2_1_2 e dalla tavola **SN001**.

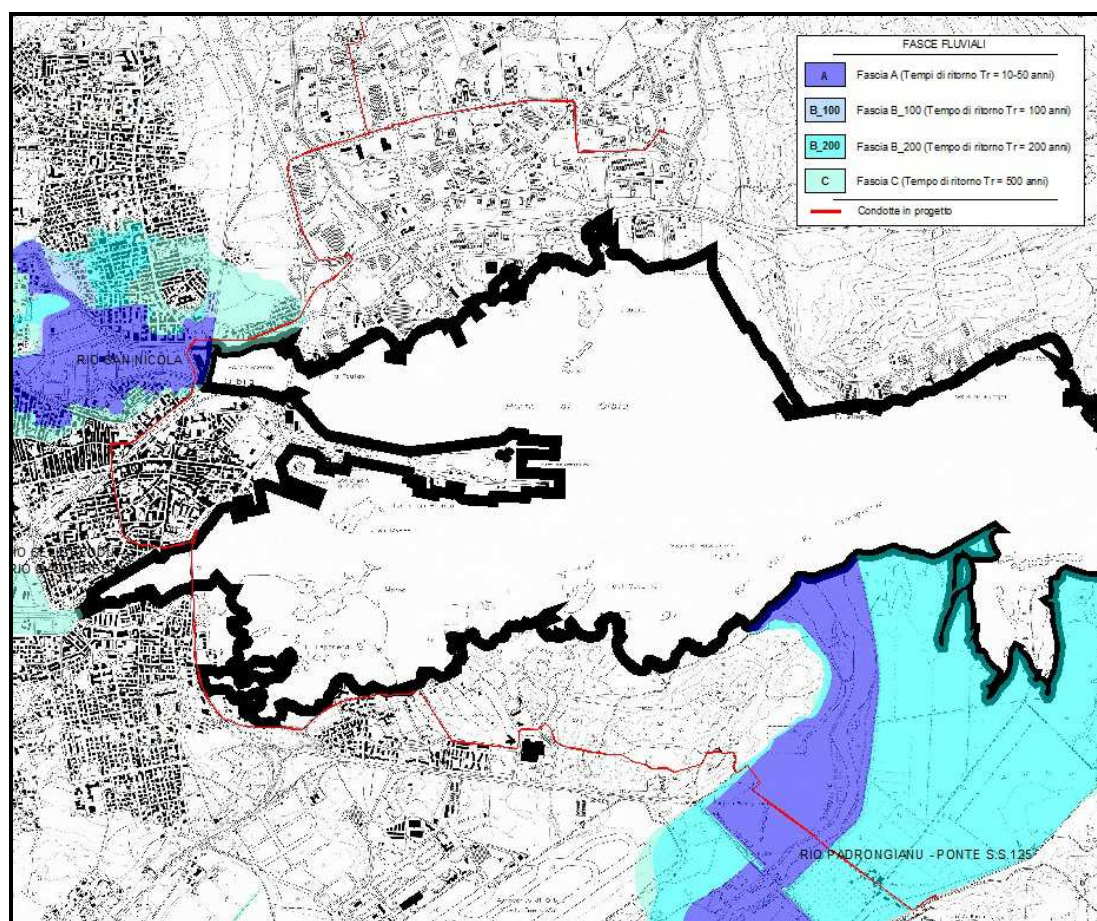


Figura 5 – Stralcio dell'elaborato B.9 allegato in progetto. In rosso: la condotta prevista in progetto (Rif. Elab. progettuale B.9).

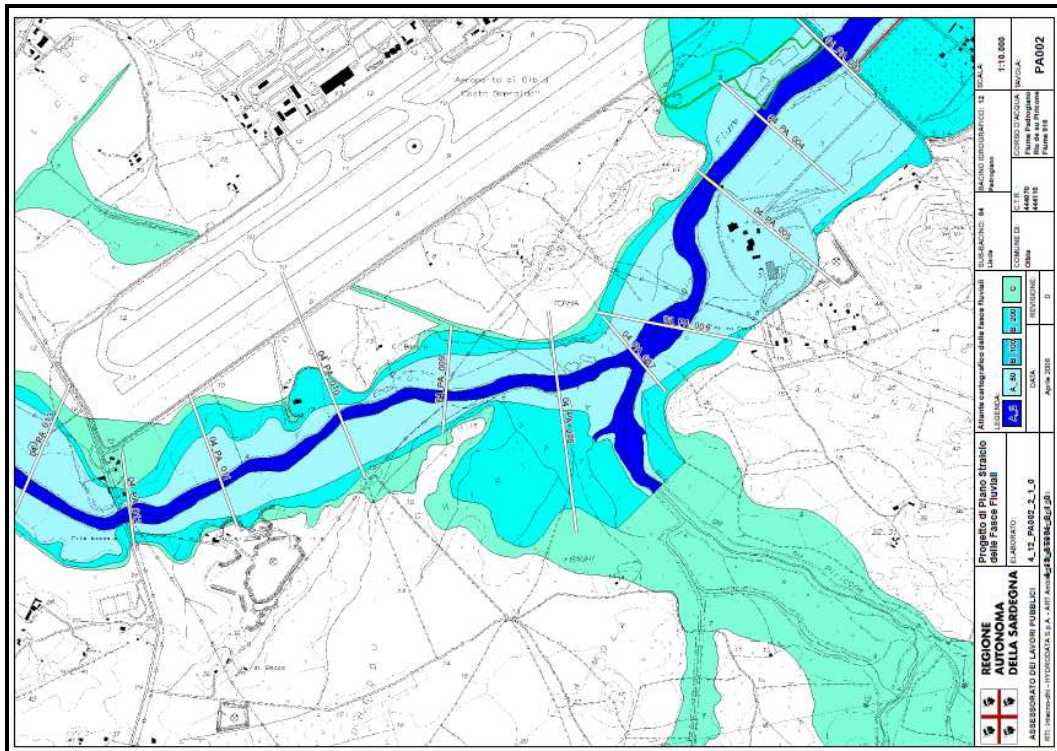


Figura 6 - Stralcio della tavola PA002 del PSFF.

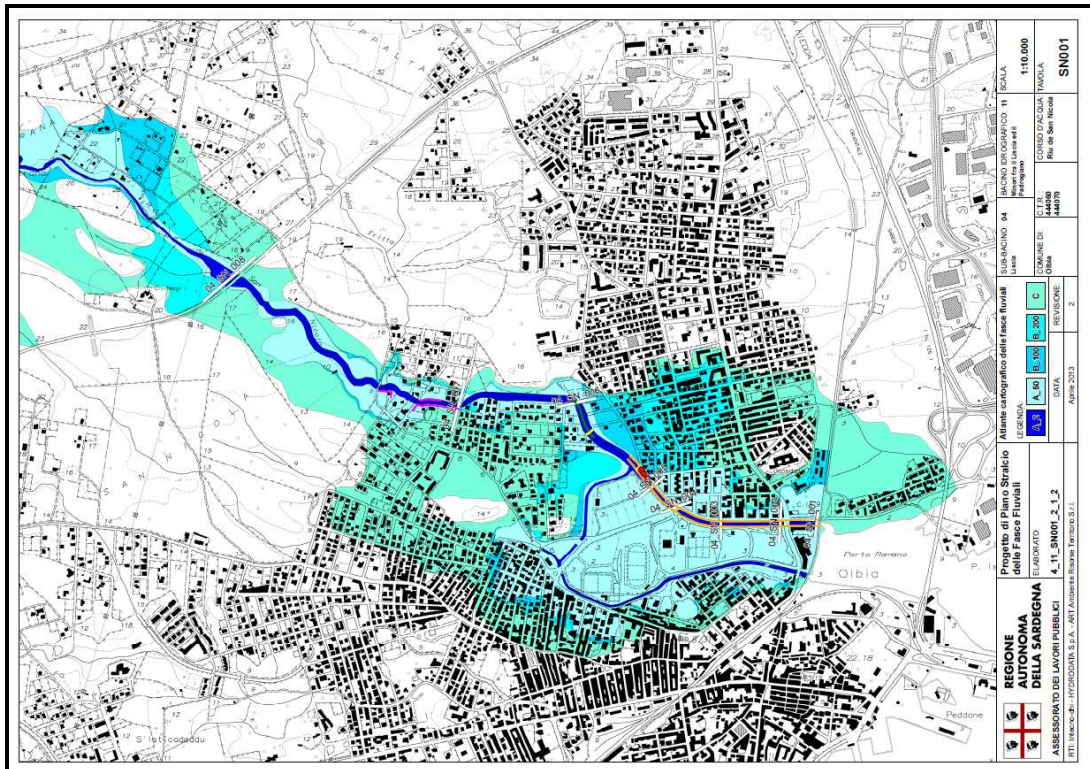


Figura 7 - Stralcio della tavola SN001 del PSFF.

4.4 Inquadramento P.G.R.A.

L'intervento in progetto ricade all'interno della perimetrazione del P.G.R.A., nelle classi di pericolosità P1, P2 e P3, come indicato nella figura sottostante, dove in rosso è indicata l'opera a rete prevista in sovrapposizione con le Tavole Hi-1454 Hi-1475 del PGRA.

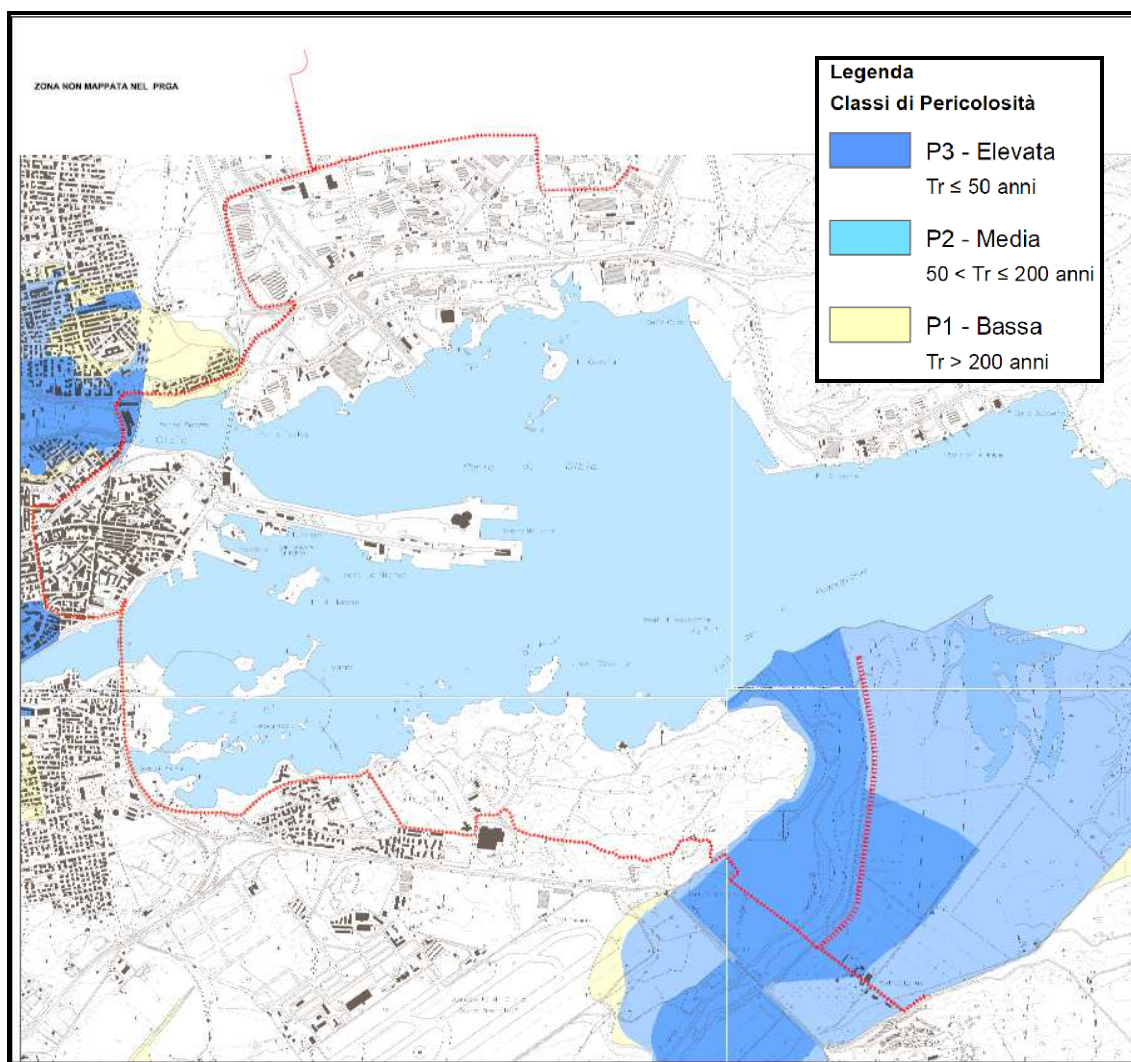


Figura 9 - Sovrapposizione delle opera a rete previste (in rosso) con le aree soggette a pericolosità riportate nel P.G.R.A. (Rif. Elab. progettuale B.11).

4.5 Inquadramento variante al P.A.I. – Fasce urbano

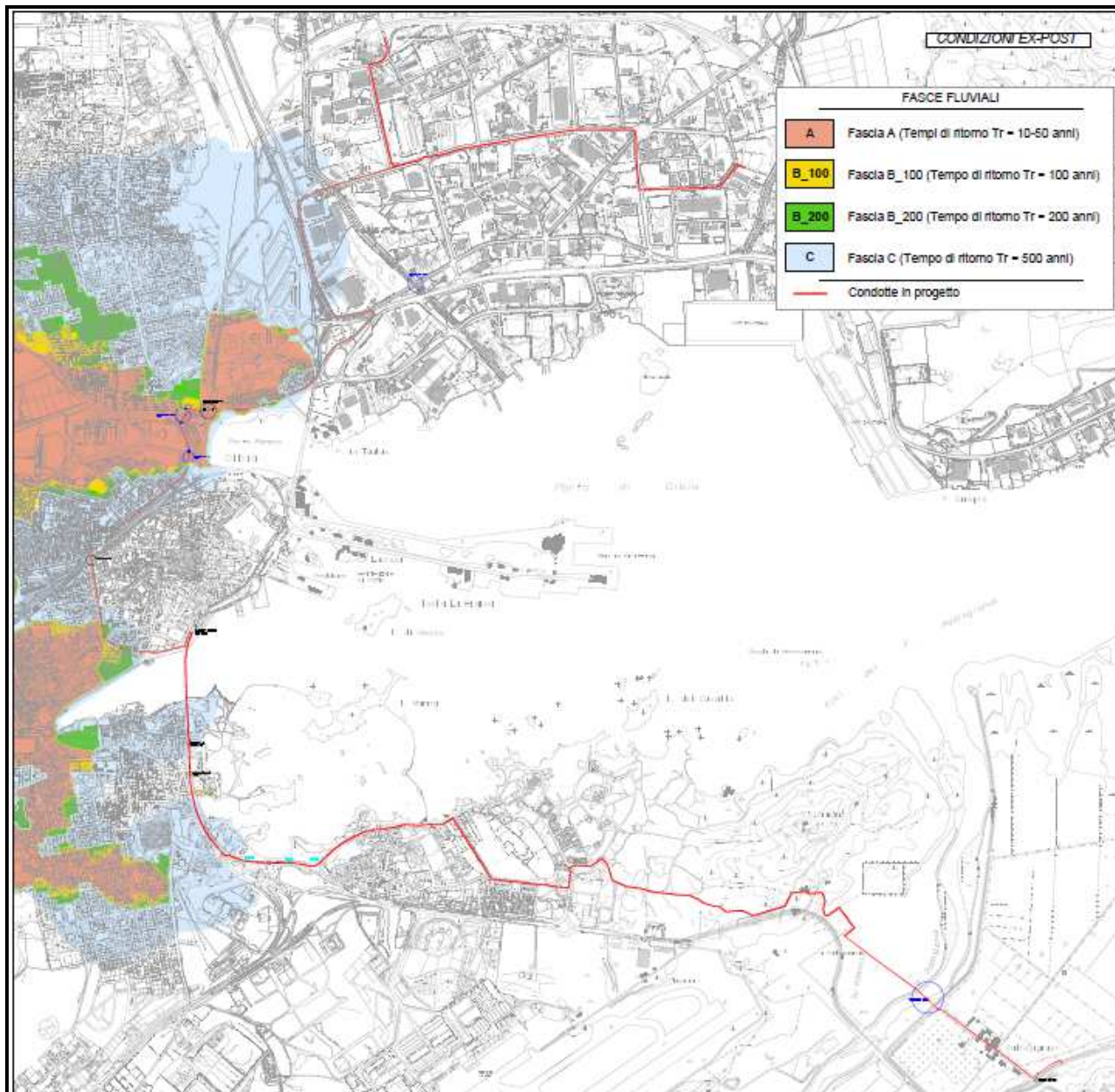


Figura 10 - Sovrapposizione delle opere a rete previste (in rosso) con le fasce fluviali riportate nella variante al P.A.I. del Comune di Olbia (Rif. Elab. progettuale B.12).

4.6 Inquadramento perimetrazione studio P.R.T.C. – Agglomerato industriale

La sovrapposizione delle opere previste con lo Studio di Idraulica relativa al Piano Regolatore Territoriale delle Aree Industriali Gestite dal CIPNES – Gallura (P.R.T.C.), indica che l'intervento in progetto ricade in aree soggette a pericolosità idraulica da Hi1 a Hi4, come indicato nella figura seguente.

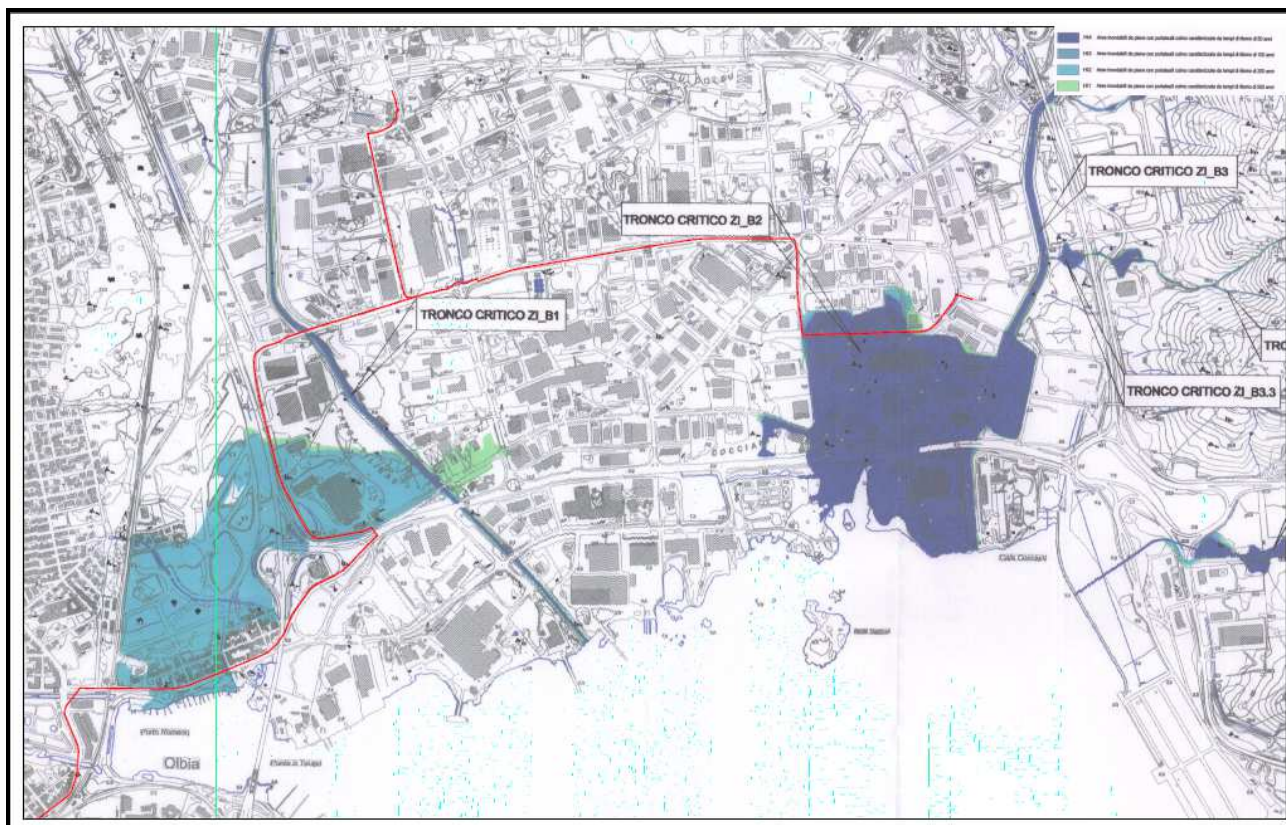


Figura 11 - Sovrapposizione delle opere a rete previste (in rosso) con le aree soggette a pericolosità idraulica riportate nel P.R.T.C. (Rif. Elab. progettuale B.13).

4.7 Inquadramento Pericolosità geomorfologica Hg

La sovrapposizione delle opere previste con lo “Studio di variante al Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) e del quadro delle opere di mitigazione del Rischio Idraulico nel Territorio di Olbia” indica che l’intervento in progetto ricade in aree soggette a pericolosità geomorfologica moderata Hg1, come indicato nelle figure seguenti.

CLASSE DI INSTABILITA'	INTENSITA'	DESCRIZIONE
■	Hg 4 Molto elevata	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti
■	Hg 3 Elevata	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione si si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità sui versanti in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali
■	Hg 2 Media	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento); zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi
■	Hg 1 Moderata	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
■		Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi

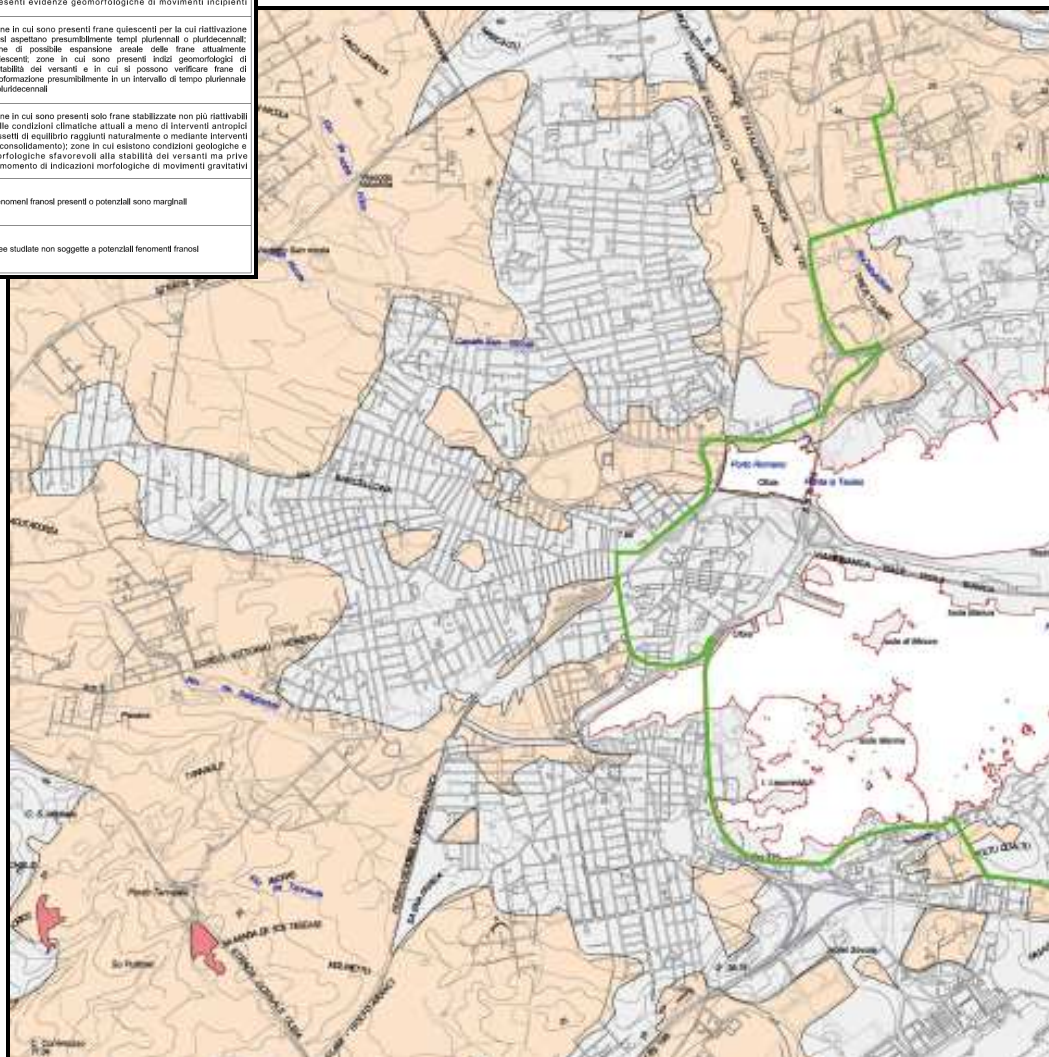


Figura 12 - Sovrapposizione delle opere a rete previste (in verde) con le aree soggette a pericolosità geomorfologica riportate nella variante al P.A.I. del Comune di Olbia.

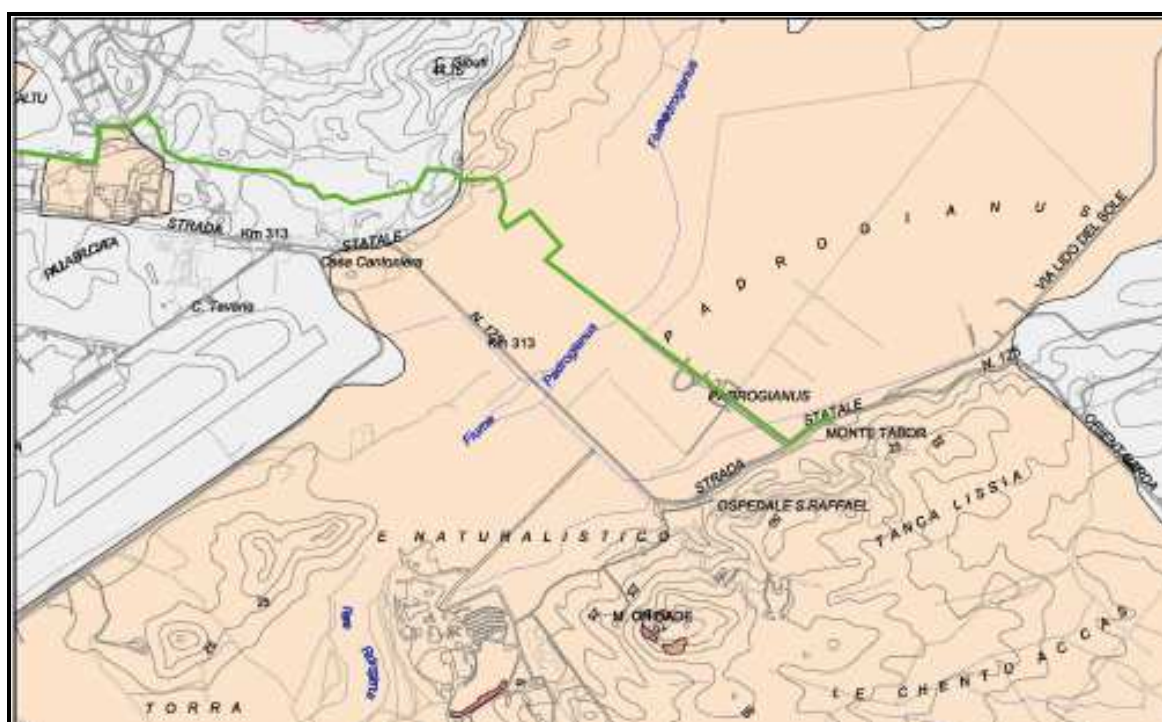
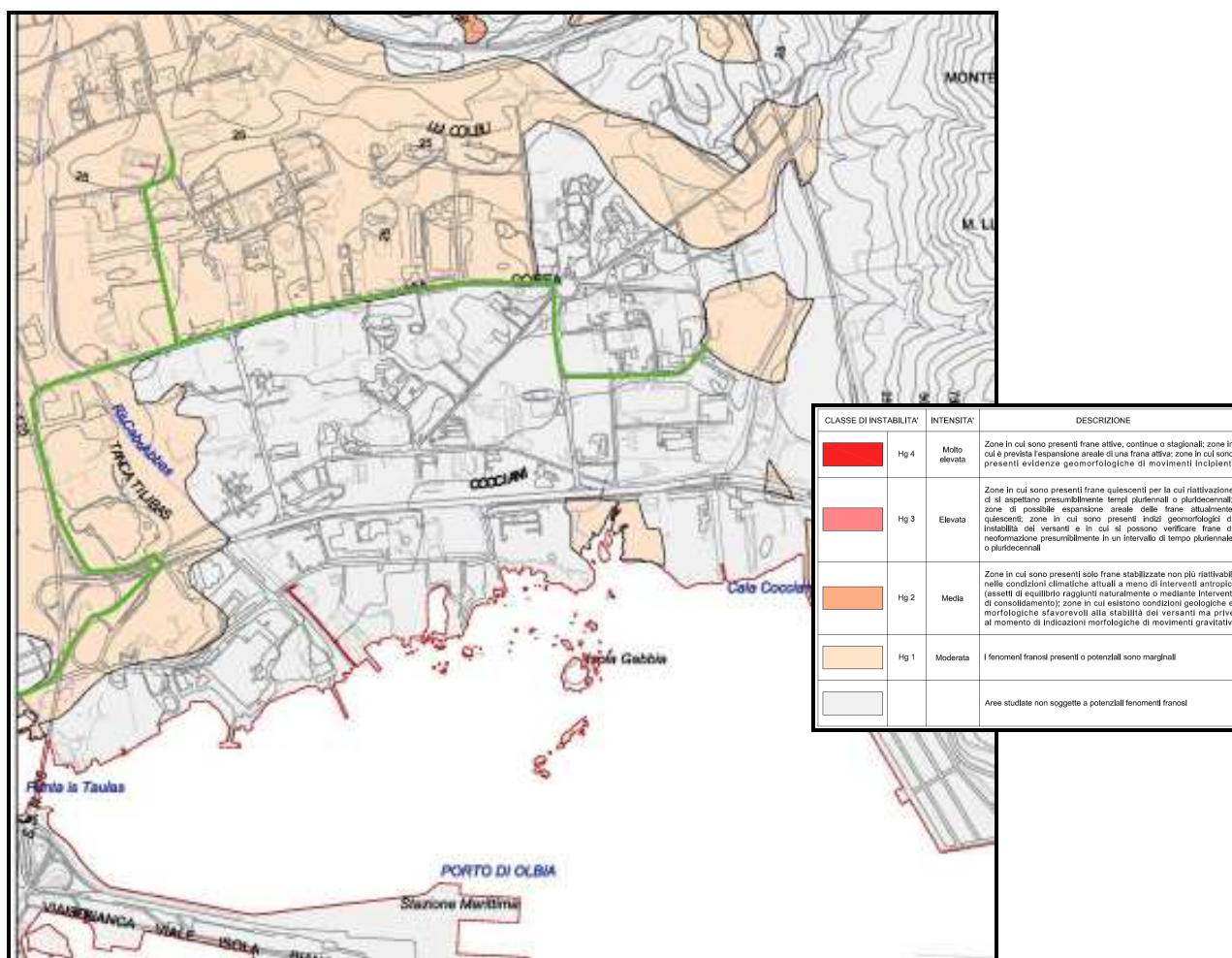


Figura 13 - Sovrapposizione delle opere a rete previste (in verde) con le aree soggette a pericolosità geomorfologica riportate nella variante al P.A.I. del Comune di Olbia.

La sovrapposizione delle opere previste con lo Studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica relativa al Piano Regolatore Territoriale delle Aree Industriali Gestite dal CIPNES – Gallura (P.R.T.C.), indica che l'intervento in progetto ricade in aree soggette a pericolosità geomorfologica moderata Hg1, come indicato nella figura seguente.

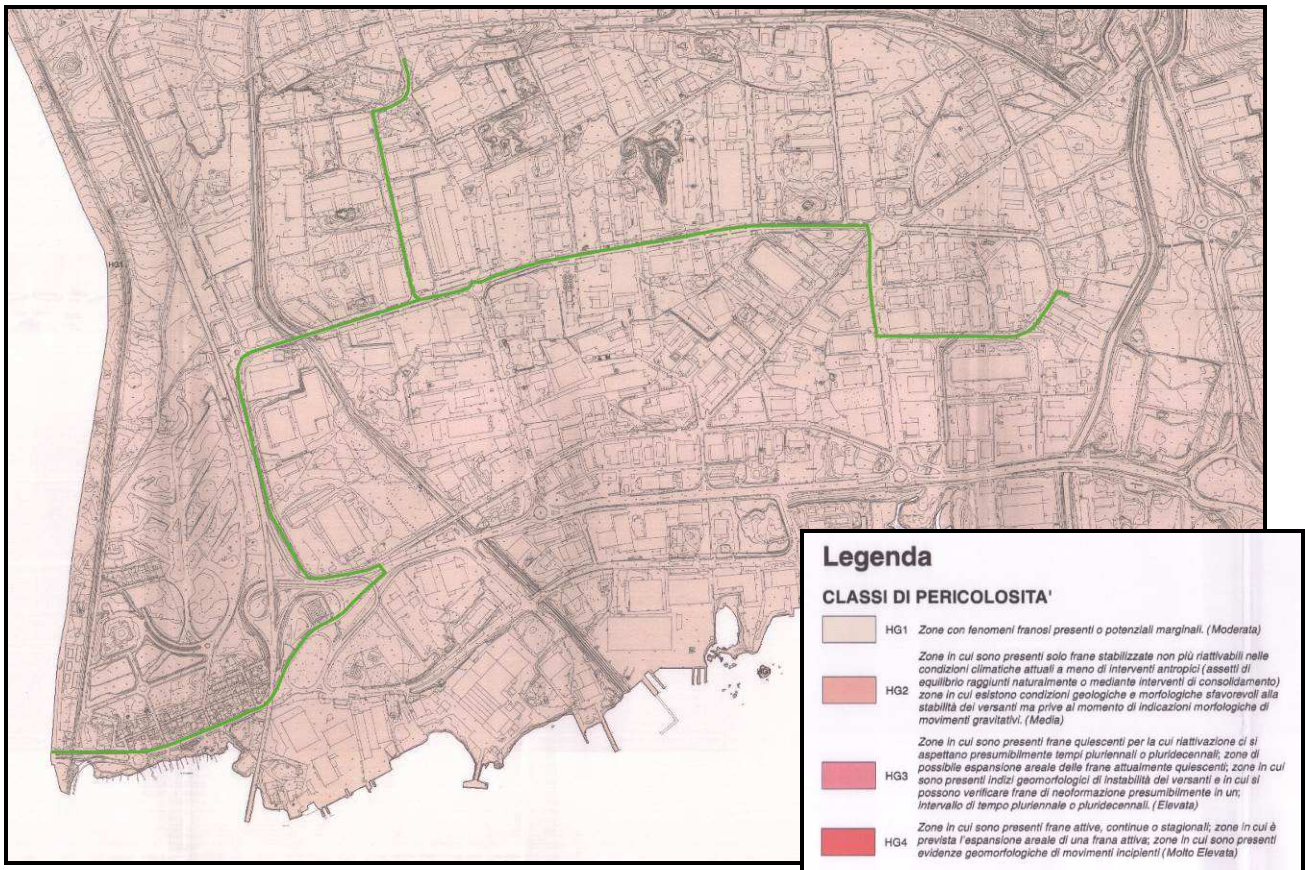


Figura 14 – Sovrapposizione delle opere a rete previste (in verde) con le aree soggette a pericolosità geomorfologica riportate nel P.R.T.C.

5. CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO PROPOSTO

Per quanto concerne la progettazione dell'impianto, seguirà una dettagliata descrizione.

Il progetto prevede la realizzazione di un collegamento tra la discarica e la rete esistente di Olbia, attraverso un *feeder* di collegamento che porterebbe il biometano sia nel centro urbano che nella zona industriale, ad oggi non servita dalla rete del gas.

La condotta di nuova realizzazione che trasporterà il biometano, ha la duplice funzione quella di stoccare il gas nelle ore notturne (quando il consumo è minimo) e di trasportarlo nelle ore diurne (quando il consumo del gas è massimo).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici (non oggetto del presente progetto), destinati a contenere GNL (gas naturale liquido) atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

Per l'erogazione del servizio sono necessarie le seguenti opere:

- a) **Condotta di Trasporto** in media pressione ($1,5 \text{ bar} < p = < 5 \text{ bar}$ - condotta 4°specie)

L'impianto dovrà essere realizzato secondo le più avanzate tecnologie sia dal punto della distribuzione del gas che dal punto di vista della sicurezza.

5.1 Sviluppo del nuovo *feeder*

Il progetto prevede la realizzazione di una rete in media pressione di 4° specie (1.5 – 5 bar), che partendo dalla discarica raggiunge il ramo di alimentazione dell'Ospedale MATER OLBIA arriva al centro urbano di Olbia fino a raggiungere la zona industriale, dove alimenterà la ASDOMAR, la CLEA e la NOVAFLOOR.

Le tubazioni impiegate saranno in polietilene ad alta densità.

Come si evince dalle planimetrie d'unione (**Elaborati F**), la rete da realizzare è così suddivisa:

- **1° Lotto**

Diametro condotta DN355 si estende tra la discarica "Spiritu Santu" e all'ospedale Mater Olbia. Per un totale di **3.430 ml**, in questo tratto che si sviluppa principalmente all'esterno delle strade esistenti si incontra la prima utenza, ovvero l'ospedale Mater Olbia.

- **2° Lotto**

Diametro condotta DN 355 DN 315 e DN200 tra l'ospedale Mater Olbia, passando per la zona Poltu Quadu sino ad arrivare al centro di Olbia e terminare nella zona industriale a nord della città. Per un totale di $2.820\text{ml}+8364+2730 = \mathbf{13.914}$ ml in questo tratto si transita su strade sterrate e asfaltate con diverse zone in affiancamento alla rete già realizzata per il GPL cittadino.

Per un totale di m 17.344 metri lineari di condotta, sommando LOTTO 1 e LOTTO2

5.2 Caratteristiche tecnologiche delle tubazioni

Le tubazioni da impiegarsi per la costruzione delle condotte in media pressione sono in PEAD, con caratteristiche tecnologiche (composizione del PEAD, carico di rottura, carico di snervamento, allungamento) e spessori uniformi alle prescrizioni del D.M. 11/99 + UNI EN 1555.

Ciascun tubo dovrà essere collaudato in fabbrica.

Gli spessori minimi adottati sono superiori ai valori minimi fissati dalle NORME UNI 9034 e 9165, e soddisfano ampiamente alla verifica allo spessore minimo.

Il collaudo alla tenuta, prima della messa in esercizio degli impianti, dovrà essere effettuato ad aria a una pressione di 1 bar, procedendo per tronchi fino a collaudare l'intera condotta, per una durata di almeno 24 ore per le condotte di 4ª specie.

Si propone inoltre l'utilizzo di **tubi tipo innovativi tipo "Nadir Plus" in PEAD-SDR 11 S5, o similari in Polietilene di quarta generazione. Si utilizzeranno essenzialmente tubi di 3 diametri da 355mm, 315mm e 200mm.**

Tali tubi, fortemente innovativi, sono superiori rispetto ai tubi standard in PEAD-SDR 11 S5 per varie caratteristiche fra le quali, a titolo esemplificativo, citiamo la **resistenza allo schiacciamento**, la **resistenza alla fessurazione**, e una **maggiore vita utile del tubo**.

5.3 Condotte di trasporto in media pressione 4ª specie (1,5 < P ≤ 5 bar)

La lunghezza totale delle tubazioni di trasporto in media pressione calcolate per l'intero progetto è di **m. 17.344**, come si evince dal calcolo (**Elaborati M**) e dalle planimetrie di progetto (**Elaborati G**). Sugli schemi idraulici delle condotte (vedi **Elaborati M**) sono riportati i nodi, il numero dei rami, nonché i relativi diametri. Il dimensionamento della condotta è stato sviluppato tenendo in considerazione le linee di sviluppo future dei centri serviti.

Sono stati perciò adottati diametri sufficienti per estendere il servizio nel tempo, tanto alle zone di nuova urbanizzazione come a quelle di completamento.

RIEPILOGO CONDOTTE RETE DI TRASPORTO					
Condotte in 4ª specie					
		DN 200	DN315	DN 355	Totali lotto
	LOTTO 1 PEAD-SDR 11 S5	0	0	3.430	3.430
	LOTTO 2 PEAD-SDR 11 S5	2.820	8.364	2.730	13.914
	TOTALE	2.820	8.364	6.160	17.344

Tabella 2 - Riepilogo Condotte.

5.4 Tracciato Lotto 1 e Lotto 2

Il tracciato inizia come già descritto col lotto 1 dalla discarica del CIPNES che sorgerà sulla strada comunale *Spiritu Santu*. Fino all'ospedale Mater Olbia in prossimità del quale verrà posizionato un pozzetto di intercettazione dal quale si attraverserà ortogonalmente la S.S.125. Una volta attraversata la statale la condotta si svilupperà all' esterno della scarpata stradale su terreno naturale di pertinenza ANAS sino alla progressiva 3+900 in cui passa su strada Sterrata Privata in cui si incontra la prima interferenza (**Elaborato I.2**- Attraversamento alveo naturale). Questo tratto essenzialmente rettilineo prosegue per 530 m sino al fiume *Padrongianos* che verrà attraversato tramite tecnica di trivellazione orizzontale controllata T.O.C. (**Elaborato I.3**). In prossimità dell'attraversamento è prevista inoltre una derivazione del tracciato. Questo nuovo braccio, in parallelo al fiume stesso, raggiungerà lo stretto del golfo di Olbia in prossimità del Lido del Sole e della foce del *Padrongianos*, per un futuro attraversamento sottomarino che verrà eseguito con la tecnica del Drilling. Superato il fiume il tracciato prosegue su terreno naturale, in terreni privati. In questa zona il tracciato è stato condizionato dalla presenza della fascia di rispetto ENAC essendo nella direzione della pista dell'*Aeroporto Costa Smeralda*. Alla Progressiva 5+340 la condotta verrà realizzata con scavo su strada sterrata. Questo tratto di strada private si estende per circa 1020m sino alla progressiva 6+360 in cui si passa su strade comunali asfaltate. Alla progressiva 6+500 il tracciato segue quello già realizzato dalla Fiamma 2000 per la rete di distribuzione cittadina quindi la condotta sarà realizzata in affiancamento alla condotte in PE DN200 già posata alternandosi tra strade sterrate e asfaltate (via Pavese, via Modena, via Ivrea e via Macerata) sino alla progressiva 8+120. Da qui la condotta si sposta sul corpo Stradale e poi su asfalto sulla Via Principe Umberto alla progr. 8+630. Alla progressiva 9+080 comincia l'attraversamento Pensile (**Elaborato I.4**) che termina dopo 590m. In questo punto si effettuerà anche la riduzione del diametro che passa al DN200. In questo tratto urbano la condotta passerà in affiancamento alla condotta GPL percorrendo Via Re di Puglia, via Nuoro, via Mameli, e via D'Annunzio in cui si dovranno realizzare l'attraversamento interrato ferroviario di via Mameli (**Elaborato I.5**), gli attraversamenti con TOC del *Canale Zozzò* e del *Canale San Nicola* (**Elaborati I.6 e I.7**), e l'attraversamento ferroviario interrato della stessa ferrovia corrispondenza di via Dei Lidi (**Elaborato I.8**), l'attraversamento del canale tombato (**Elaborato I.10** - Rotatoria Europa), sino all'intersezione con via Italia per un totale 2.380m su strade Asfaltate in affiancamento a rete GPL. Dalla progressiva 11+950 la condotta percorre la Via Italia per poi immettersi alla progr. 12+400 sulle strade di gestione CIPNES della Zona Industriale, percorre la Via Settore 3 e la via Corea sino alla progressiva 13+250, punto in cui si dovrà realizzare l'attraversamento in briglia del *Canale Cabu Abbas* (**Elaborato I.9**). Alla progr. 13+595 termina il tronco principale sulla via Corea. Da questo punto si diramano il **Ramo A2** che prosegue sino alla Zona di Stoccaggio A2 per 667m sulla via Gabon e via Angola, e i **Ramo A1** sino alla zona di Stoccaggio A1 per 1905m passando per Via Corea, via Marocco e via Tunisia in

cui si incontra l'ultima interferenza dovuta ad un ulteriore canale tombato (**Elaborato I.11**). In corrispondenza della biforcazione è posizionata l'utenza dell'**AsdoMar**, alla progr. 0+830 del **Ramo A1** è posizionata la **Novafloor** sempre su via Corea, infine in via Tunisia alla progr. 1+710 poco prima dello stoccaggio è posizionata la **Clea**.

6. INTERFERENZE E ATTRAVERSAMENTI

Un aspetto sicuramente da non trascurare è quello delle interferenze.

Nell'ambito dell'intervento descritto nei paragrafi precedenti si verificano una serie di interferenze della rete gas con diversi corsi d'acqua presenti nel territorio.

Ai sensi del R.D. 523 del 25 Luglio 1904, tali interferenze richiedono, preventivamente alla realizzazione delle relative opere, l'autorizzazione della competente "Autorità Idraulica" ovvero, in questo caso, del Genio Civile della Provincia di **Olbia-Tempio**.

Nella progettazione degli attraversamenti si è tenuto conto di tutte le problematiche emerse dallo studio del territorio condotto tramite sopralluoghi mirati e attraverso l'esame della cartografia di dettaglio.

6.1 Interferenze e attraversamenti in relazione al P.A.I.

La dislocazione geografica degli attraversamenti è riportata nell'elaborato I.1 "Planimetria interferenze".

Gli attraversamenti sono stati risolti sia con tecnologia T.O.C. (trivellazione orizzontale controllata), che interrati in subalveo. Gli attraversamenti interrati verranno realizzati con scavo in trincea. La condotta sarà inserita in idoneo tubo di protezione in acciaio con DN appropriato al DN della condotta e alla lunghezza del tratto da superare.

In particolare si rilevano i seguenti 7 (sette) attraversamenti, **5 (cinque)** dei quali ricadenti in aree soggette a pericolosità idraulica Hi4 e Hi3:

- *ATTRAVERSAMENTO ALVEO NATURALE PROGR. 3+990*

L'attraversamento dell'alveo Naturale individuato del reticolo idrografico delle Regione Sardegna è previsto in subalveo con posa in trincea nel rispetto della normativa vigente in materia, in particolare in materia di reti gas. L'attraversamento ricade in aree perimetrate PAI, più precisamente in area Hi2.

La condotta, in corrispondenza dell'attraversamento, sarà inserita in idoneo tubo di protezione in acciaio con diametro appropriato al diametro della condotta e alla lunghezza del tratto da superare e in aggiunta un protezione in cls con rete elettrosaldata. Lo zoccolo in cls avrà un estensione di circa 4.8 m

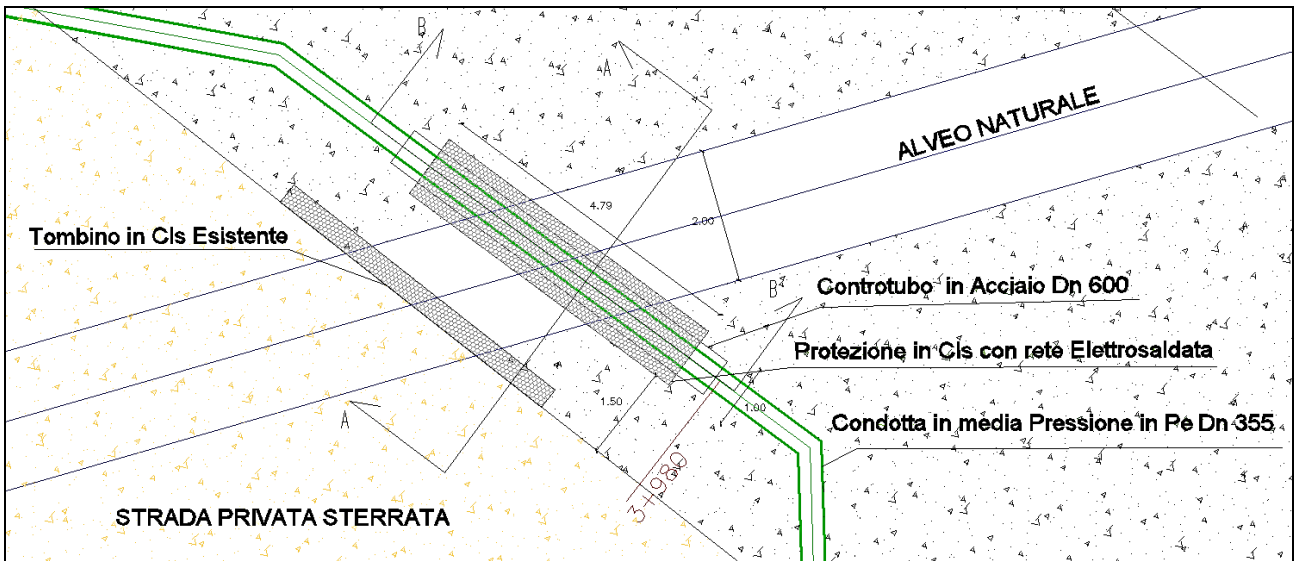


Figura 15 - Attraversamento in subalveo P.3+990.

• **ATTRAVERSAMENTO DEL RIO PADRONGIANU**

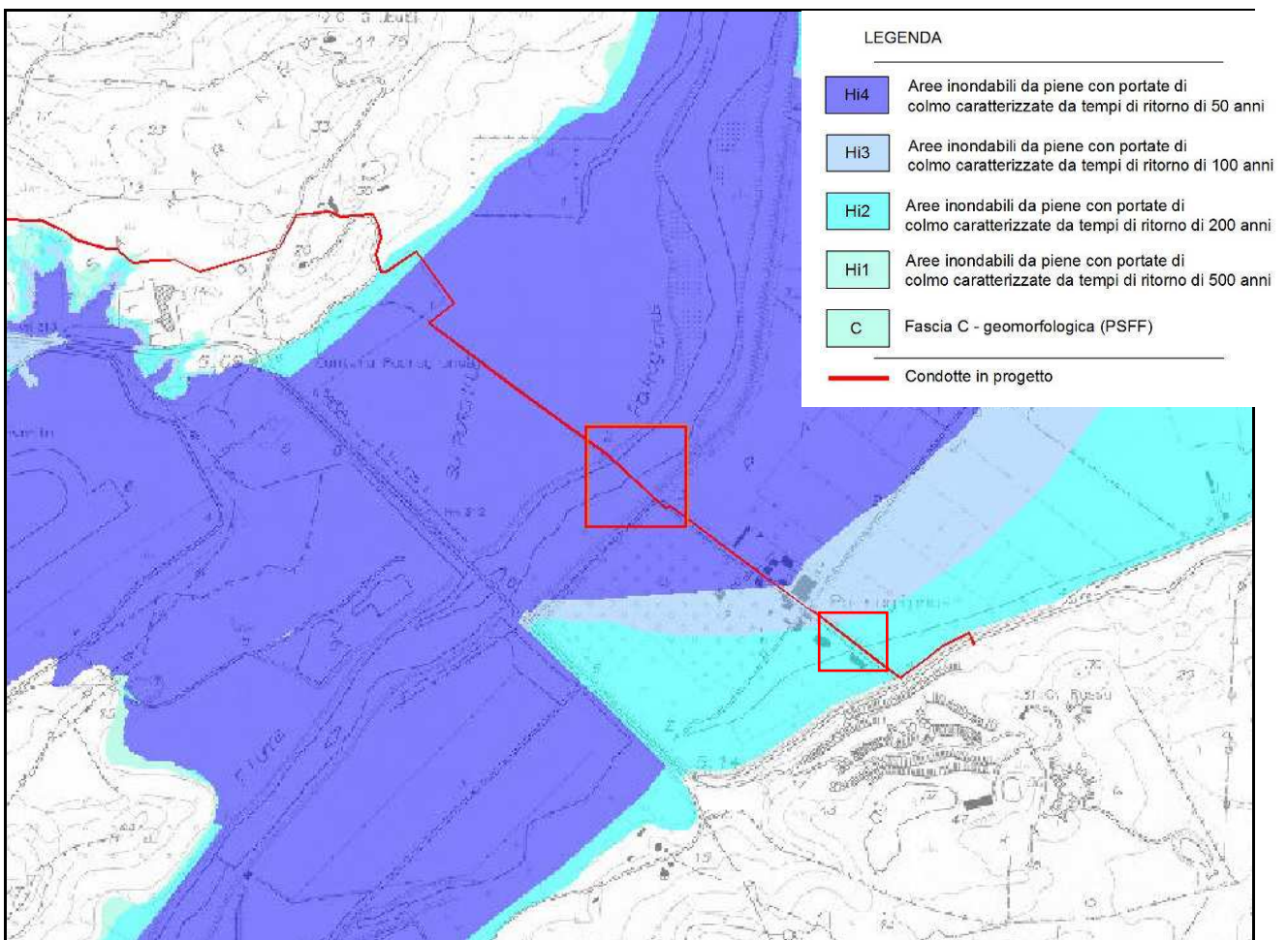


Figura 16 – Interferenze I.2 e I.3. Sovrapposizione opera/aree soggette a pericolosità Hi2 e Hi4 e stato di progetto.

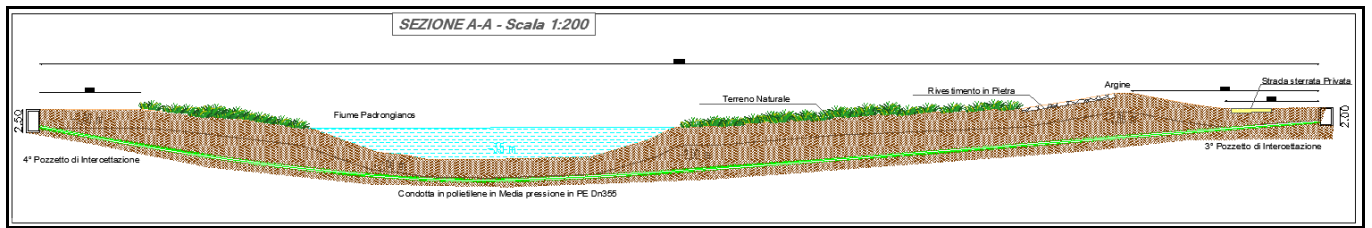


Figura 18 – Sezione di progetto. Attraversamento del Rio Padrongianu con tecnologia T.O.C.

Il tratto realizzato in T.O.C. avrà uno sviluppo di ca.140m e sarà regolato da due pozzetti di intercettazione profondi 2.00 ÷ 2.50 m.

La profondità minima da rispettare per l'estradosso superiore della condotta in corrispondenza dell'alveo inciso non deve essere inferiore ai 2.00 m.

Tale accorgimento garantirà una adeguata protezione delle condotte dai fenomeni erosivi.

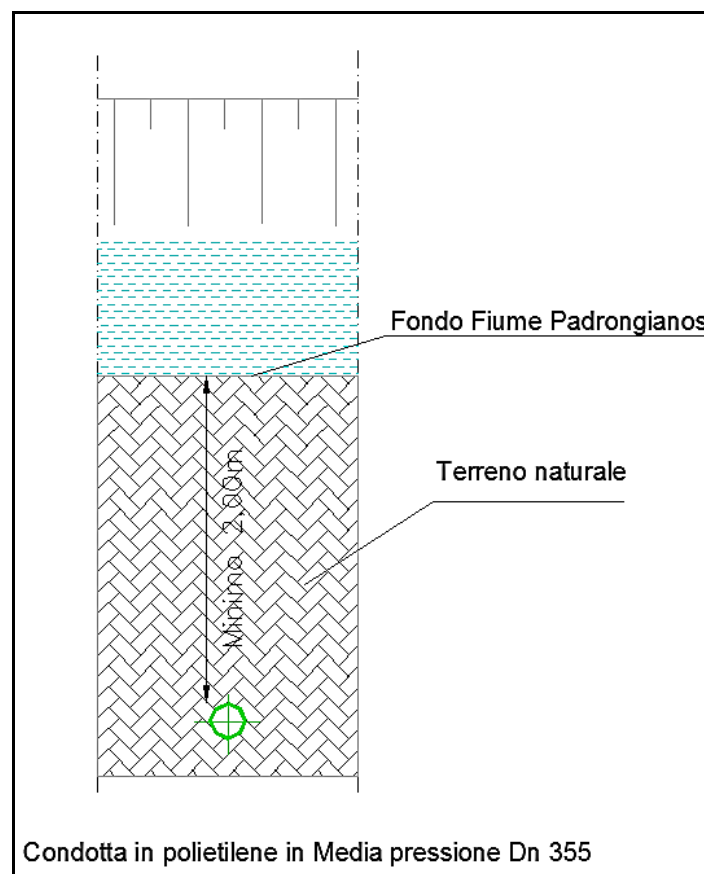


Figura 19 – Sezione di progetto in corrispondenza del letto dell'alveo inciso.

• **ATTRAVERSAMENTO DEL CANALE ZOZZÒ**

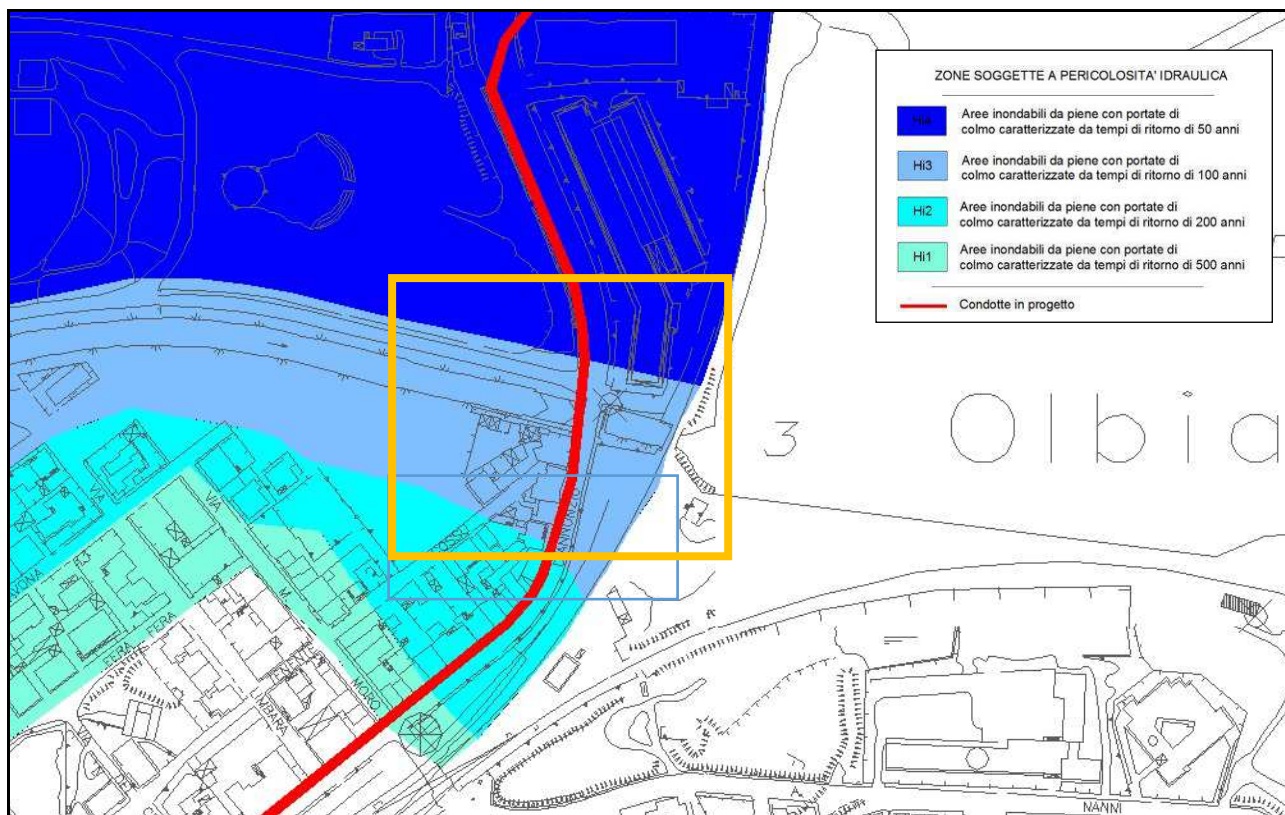


Figura 20 - Interferenza I.6. Sovrapposizione opera/aree soggette a pericolosità Hi3 e stato di progetto.

Tale attraversamento, ricadente in area soggetta a pericolosità idraulica Hi3, è previsto con tecnologia T.O.C. (trivellazione orizzontale controllata).

Per tale attraversamento la posa delle nuove tubazioni sarà effettuata con l'impiego della tecnica TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), che deve essere preceduta da una accurata indagine del sottosuolo, finalizzata all'individuazione degli eventuali sottoservizi o trovanti interferenti il tracciato di trivellazione. Il Georadar assolve efficacemente a tale necessità.

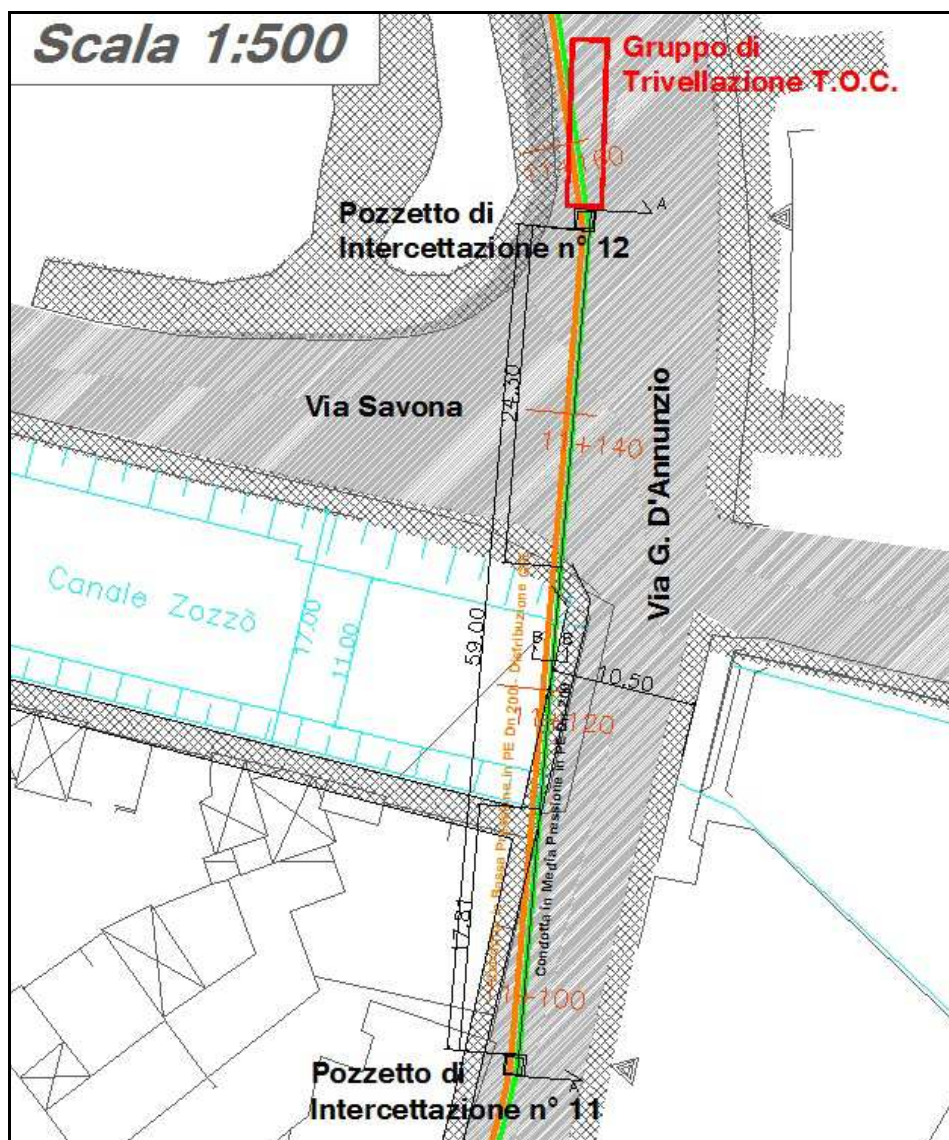


Figura 21 - Stralcio planimetrico dell'attraversamento previsto (Elab. I.6).

La tecnica della **trivellazione controllata** consente di installare condutture al di sotto di grandi vie, di corsi d'acqua, canali marittimi, vie di comunicazione quali autostrade e ferrovie (sia in senso longitudinale che trasversale), edifici industriali, abitazioni, parchi naturali etc.

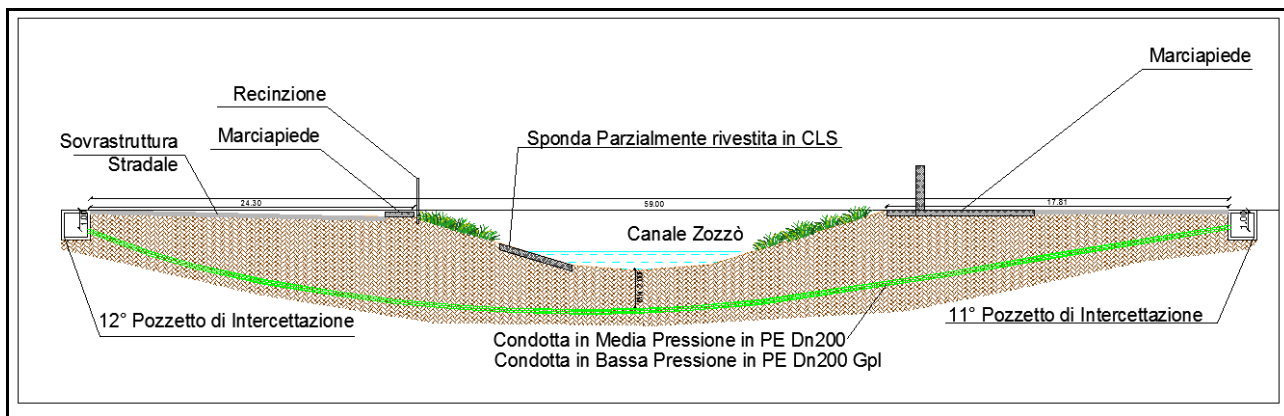


Figura 22 – Sezione di progetto. Attraversamento del Canale Zozzò con tecnologia T.O.C..

Il tratto realizzato in T.O.C. avrà uno sviluppo di ca. 60 m e sarà regolato da due pozzetti di intercettazione profondi 2.00 m.

La profondità minima da rispettare per l'estradosso superiore della condotta in corrispondenza del fondo del canale non deve essere inferiore ai 2.00 m.

Tale accorgimento garantirà una adeguata protezione delle condotte dai fenomeni erosivi.

La condotta in progetto sarà affiancata dalla condotta di distribuzione cittadina del gpl in corso di realizzazione in altro intervento.

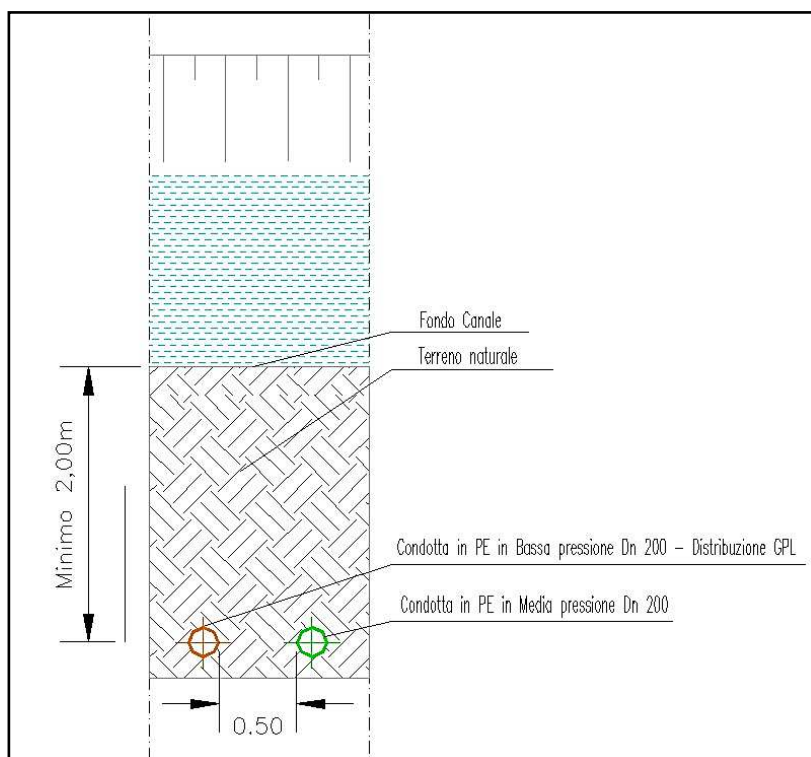


Figura 23 - Sezione di progetto in corrispondenza del letto del canale.

• **ATTRAVERSAMENTO DEL RIO SAN NICOLA**

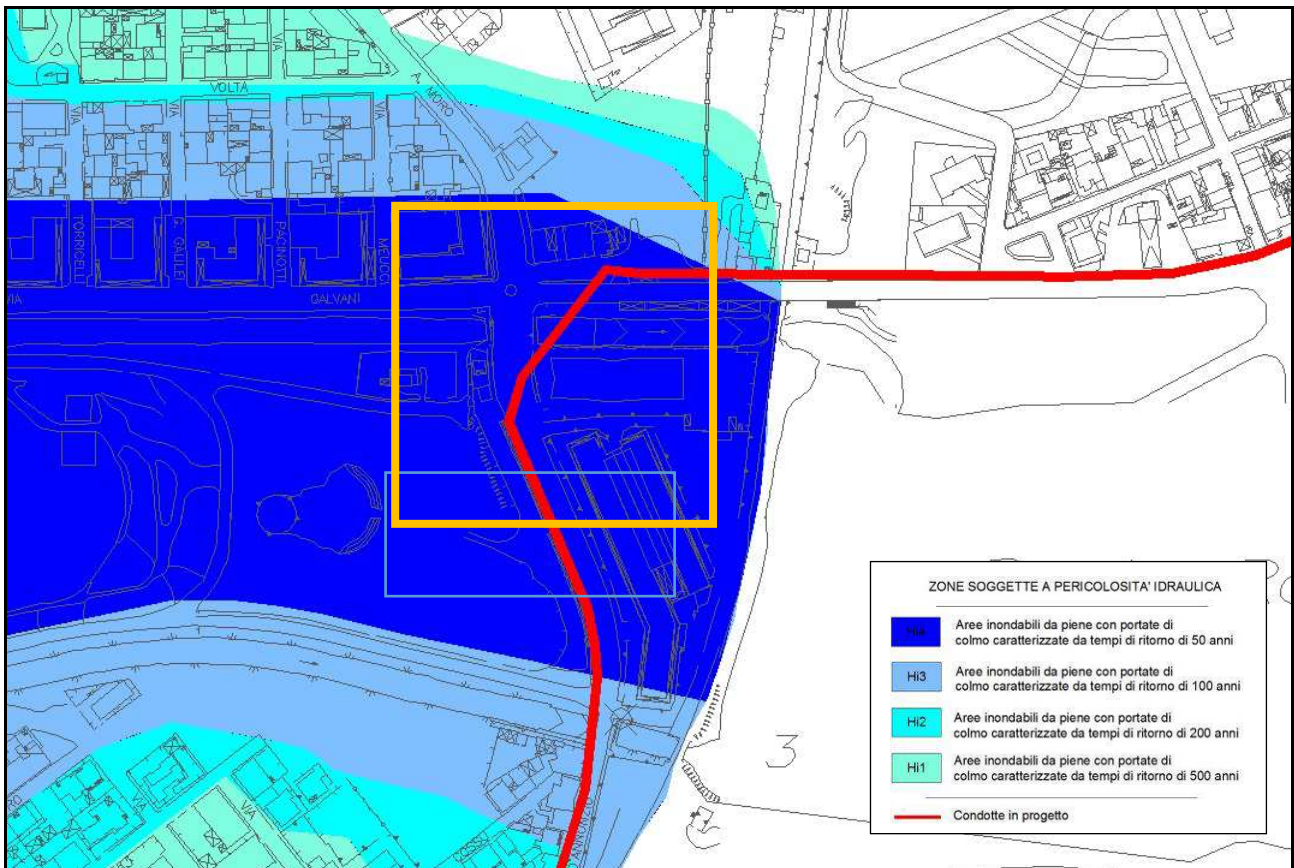


Figura 24 - Elaborato I.7. Sovrapposizione opera/aree soggette a pericolosità Hi4 e stato di progetto.

Tale attraversamento, ricadente in area soggetta a pericolosità idraulica Hi4, è previsto con tecnologia T.O.C. (trivellazione orizzontale controllata).

Per tale attraversamento la posa delle nuove tubazioni sarà effettuata con l'impiego della tecnica TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), che deve essere preceduta da una accurata indagine del sottosuolo, finalizzata all'individuazione degli eventuali sottoservizi o trovanti interferenti il tracciato di trivellazione. Il Georadar assolve efficacemente a tale necessità.

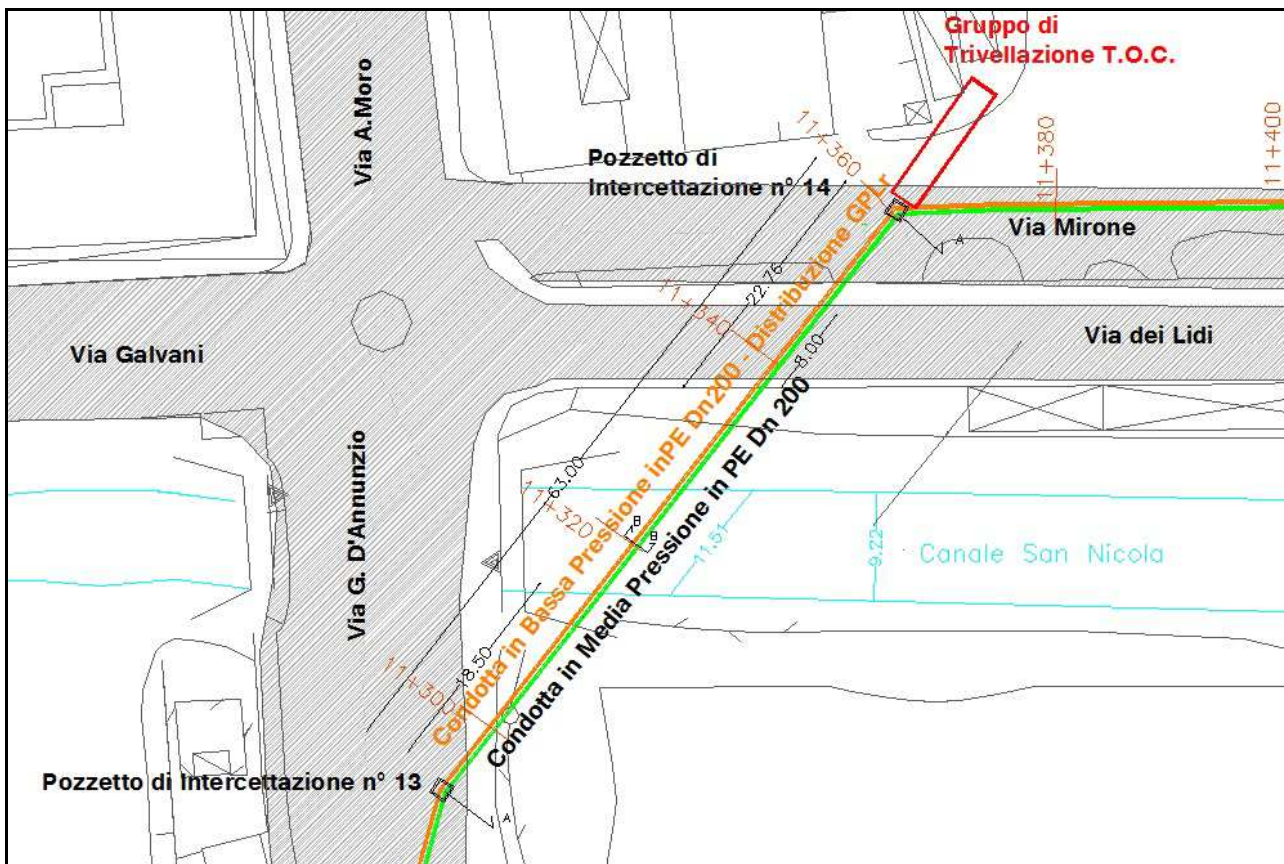


Figura 25 - Stralcio planimetrico dell'attraversamento previsto (Elab. I.7).

La tecnica della **trivellazione controllata** consente di installare condutture al di sotto di grandi vie, di corsi d'acqua, canali marittimi, vie di comunicazione quali autostrade e ferrovie (sia in senso longitudinale che trasversale), edifici industriali, abitazioni, parchi naturali etc.

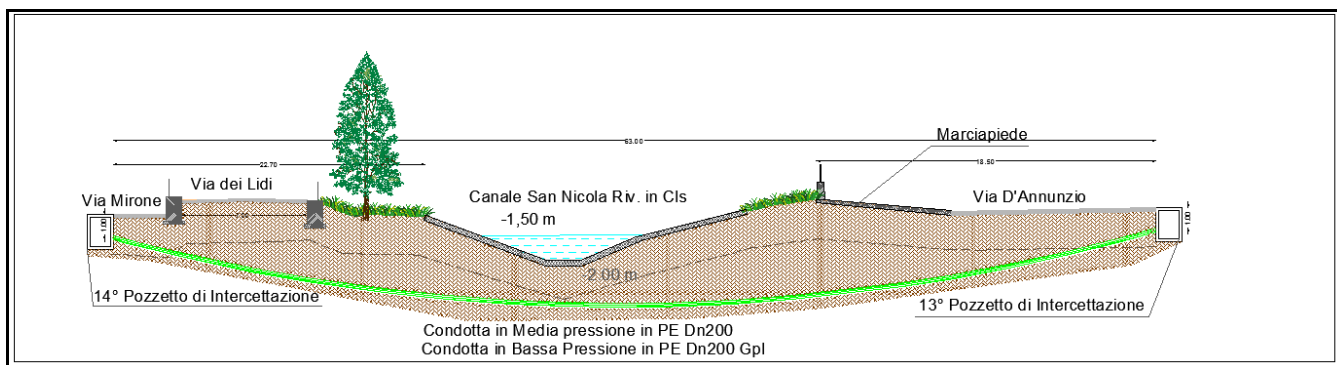


Figura 26 – Sezione di progetto. Attraversamento del Rio San Nicola con tecnologia T.O.C..

Il tratto realizzato in T.O.C. avrà uno sviluppo di ca. 63 m e sarà regolato da due pozzetti di intercettazione profondi 2.00 m.

La profondità minima da rispettare per l'estradosso superiore della condotta in corrispondenza del fondo del canale non deve essere inferiore ai 2.00 m.

Tale accorgimento garantirà una adeguata protezione delle condotte dai fenomeni erosivi.

La condotta in progetto sarà affiancata dalla condotta di distribuzione cittadina del gpl in corso di realizzazione in altro intervento.

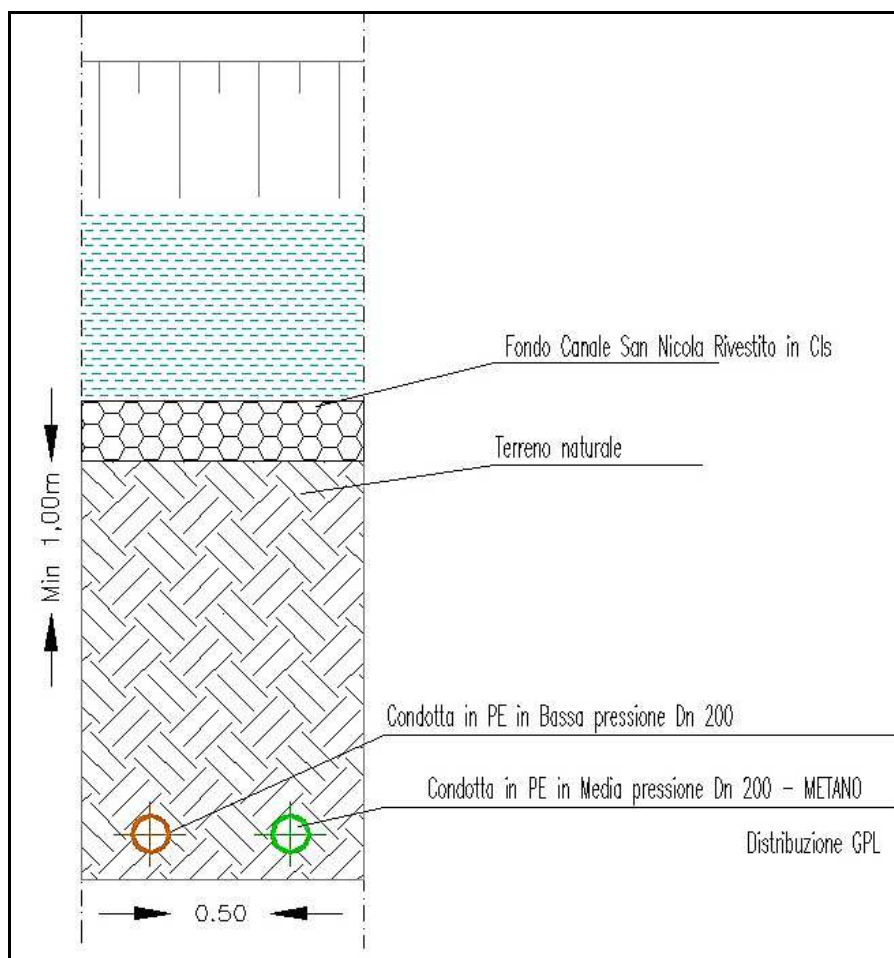


Figura 27 - Sezione di progetto in corrispondenza del letto del canale.

- **INTERFERENZE CANALI TOMBATI**

Sono state inoltre studiate le interferenze dei canali tombati individuati al di sotto della Rotatoria Europa e di via Tunisia. E' stato previsto di posare la condotta con l'estradosso del controtubo di protezione in acciaio al di sotto della fondazione dei manufatti esistenti di almeno 1 m. Oltre al controtubo è previsto di proteggere ulteriormente la condotta con uno zoccolo in cls con armatura

leggera nella parte superiore. Sono previsti scavi e ripristini senza alcuna modifica dei manufatti e delle opere d'arte esistenti. La risoluzione delle interferenze illustrate nelle figure seguenti rispetta le prescrizioni impartite dal Genio Civile e dal Distretto Idrografico della Regione Sardegna.

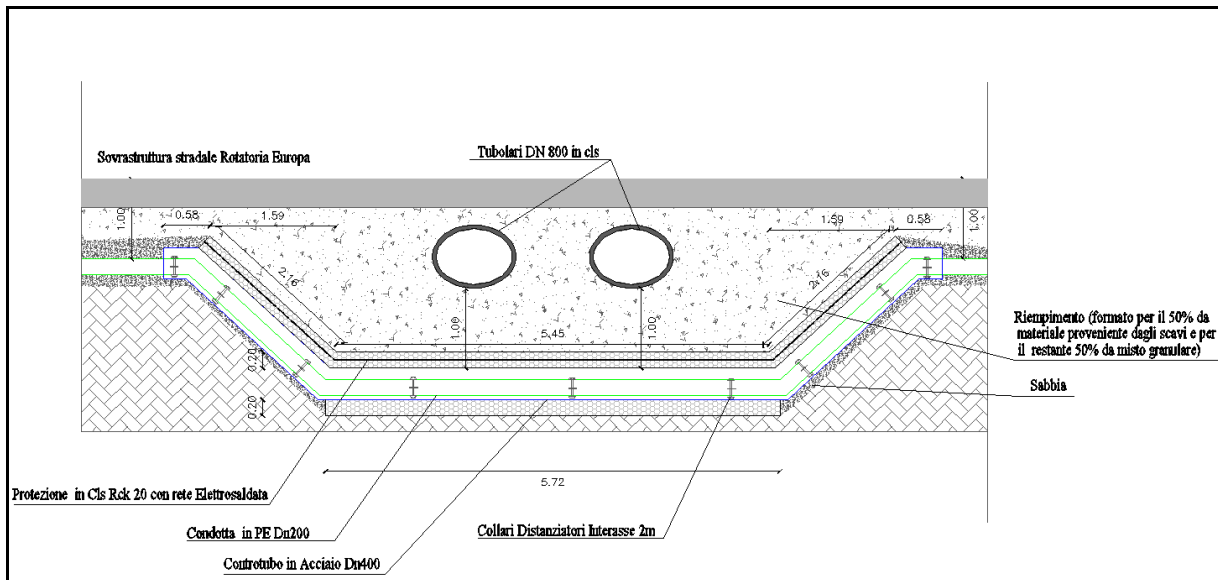


Figura 28 Sezione longitudinale attraversamento canale tombato Rotatoria Europa (Elaborato I.10)

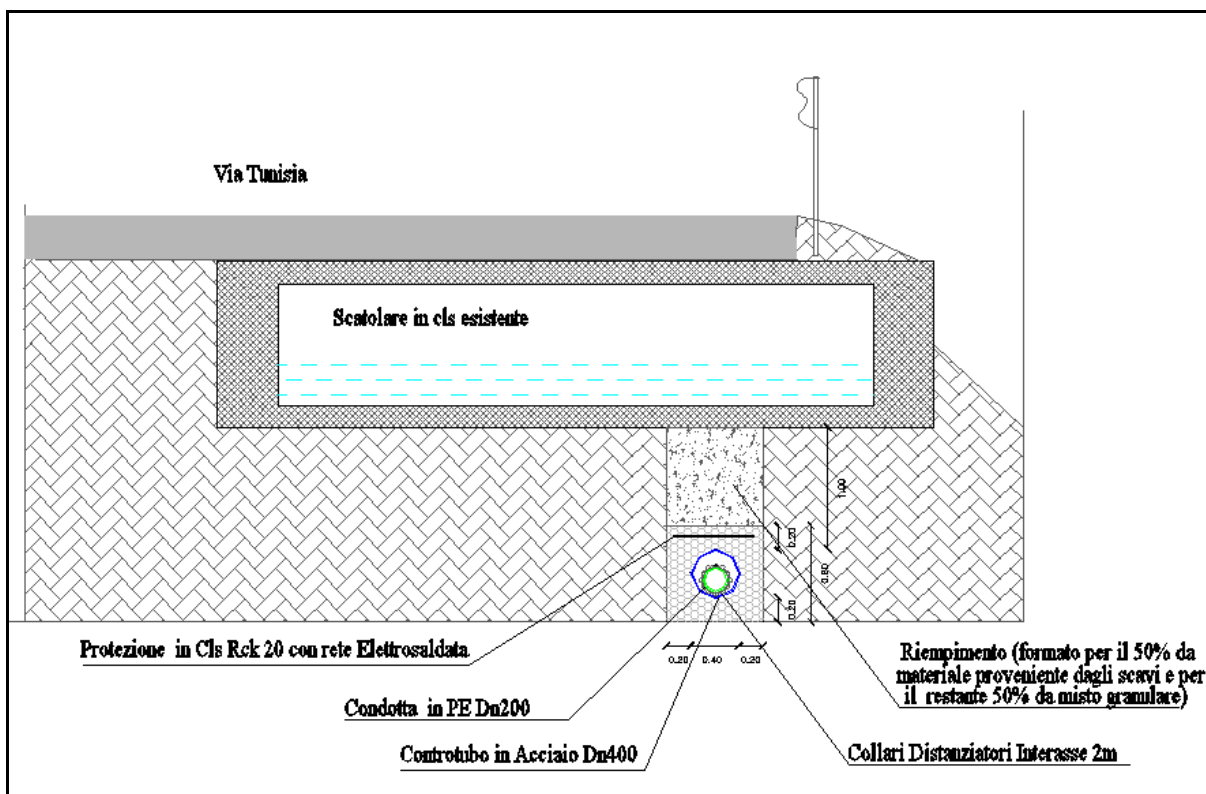
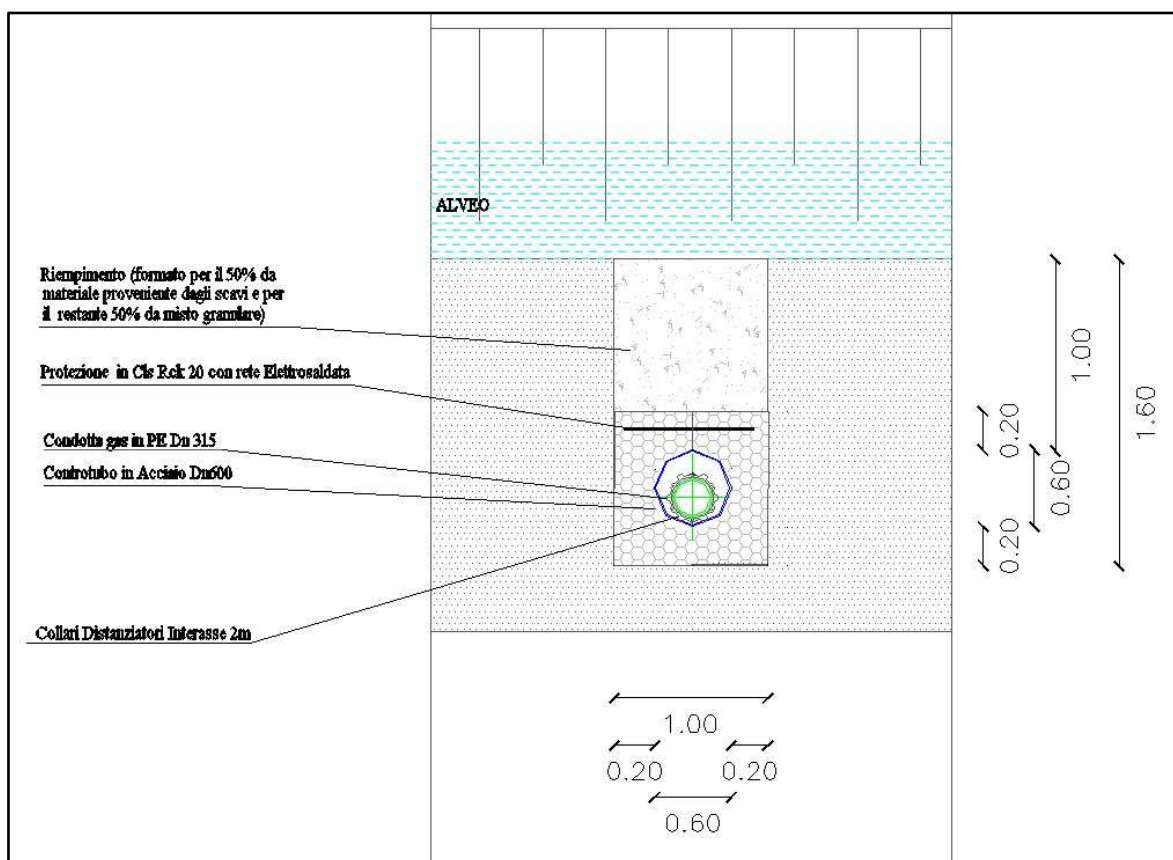


Figura 29 Sezione Trasversale attraversamento canale tombato via Tunisia (Elaborato I.11)

- **INTERFERENZE FLUVIALI NON RICADENTI IN AREE P.A.I O P.S.F.F.**

L'attraversamento del Canale Cabu Abbas è previsto in subalveo con posa in trincea nel rispetto della normativa vigente in materia, in particolare in materia di reti gas.

La condotta, in corrispondenza dell'attraversamento, sarà inserita in idoneo tubo di protezione in acciaio con diametro appropriato al diametro della condotta e alla lunghezza del tratto da



superare.

Figura 30 – Sezione dell'attraversamento in subalveo del canale Cabu Abbas.

L'estradosso del controtubo in acciaio dovrà essere posato ad una profondità minima di un metro. In corrispondenza del letto dell'alveo il controtubo sarà immerso in uno zoccolo in cls Rck \geq 20, gettato in opera e nella parte superiore verrà inserita una rete elettrosaldata.

La rete elettrosaldata e il getto di cls verrà effettuato anche sui tratti di condotta posati in corrispondenza delle sponde, come visibile nella figura in alto.

Tale soluzione garantirà una adeguata protezione delle condotte dai fenomeni erosivi e corrosivi.

Gli attraversamenti verranno comunque sempre realizzati in modo che le opere non interferiscano e non modifichino in alcun modo l'attuale deflusso delle acque.

Pertanto l'opera di attraversamento non ridurrà in alcun modo la superficie libera attualmente disponibile per il naturale deflusso delle acque.

La progettazione degli attraversamenti ha tenuto conto di tutte le problematiche derivanti dalle interferenze attraverso i sopralluoghi, la cartografia e la normativa.

Il D.M. 23 Febbraio 1971 "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto" e la Norma UNI 9860 forniscono indicazioni su come affrontare la progettazione anche nel caso di attraversamenti di fiumi.

In conclusione nella totalità dei casi studiati le opere non interferiscono con l'attuale naturale deflusso delle acque.

6.2 Interferenze in relazione al P.S.F.F.

Per quanto riguarda gli attraversamenti in relazione al P.S.F.F., i 3 attraversamenti precedentemente descritti ricadono all'interno delle fasce di inondabilità A_2 e A_50:

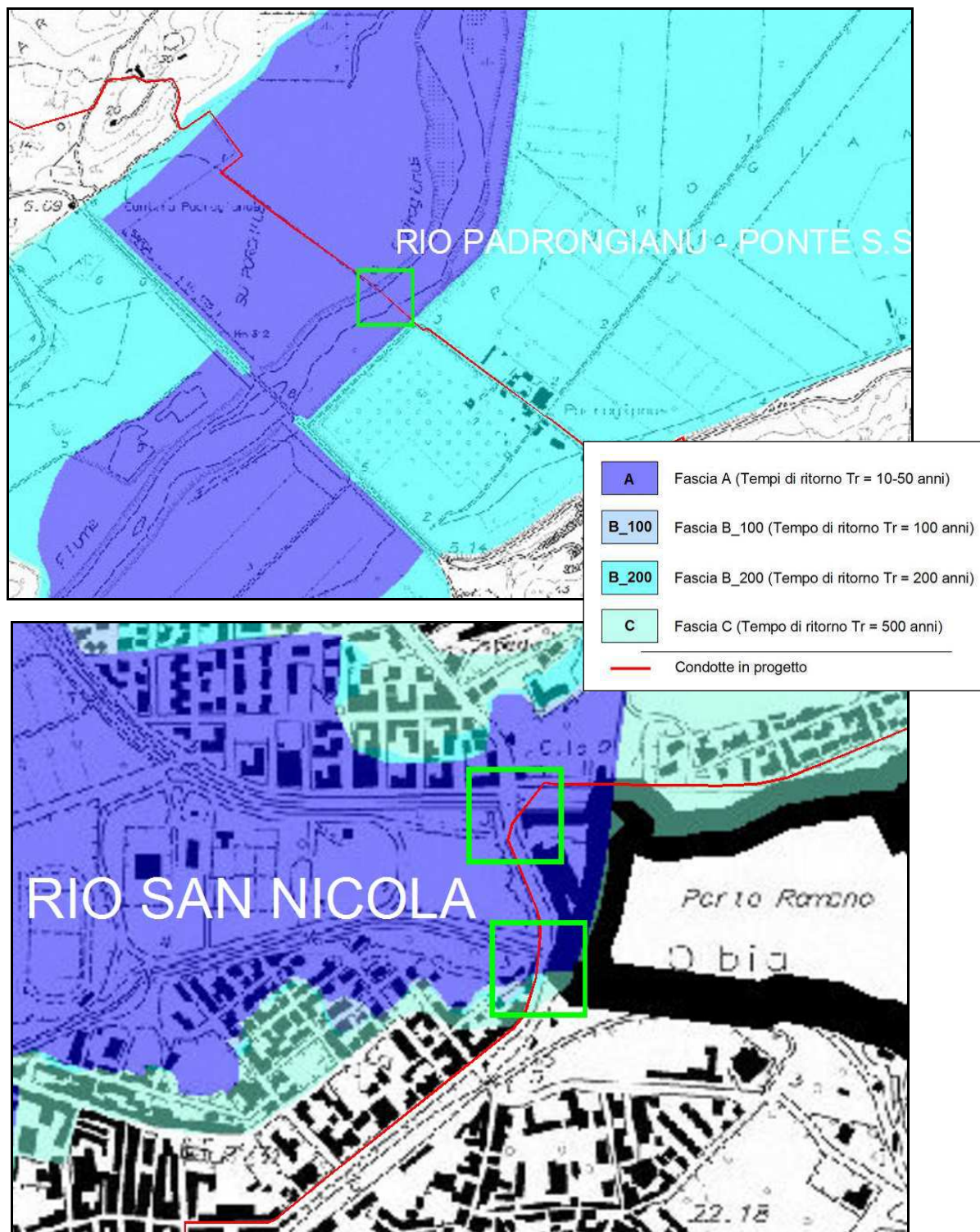


Figura 31 – Attraversamenti e perimetrazione P.S.F.F.

7. SEZIONI DI POSA DELLA CONDOTTA IN AREE PERIMETRATE PAI

Nei tratti in progetto ricadenti in zone Hi1, Hi2, Hi3, Hi4 la sezione tipologica sarà come quella illustrata nelle figure seguente, con l'estradosso del tubo ad una quota di 0.9 m inferiore nei tratto di scavo su terreno naturale e strada sterrata (sezione tipo P2 e P3 - Elaborato H.5), e di 1.00 m dal piano viabile in caso di posa su carreggiata tradizionale in conglomerato bituminoso (sezione tipo P4 - Elaborato H.5), prevedendo inoltre uno strato di 20 cm in cls nel ripristino. Nei tratti oltre al rinfianco in sabbia lavata e vagliata, si è previsto il rinterro con materiali provenienti dagli scavi al

50% e con il restante 50% di misto granulare stabilizzato. A seguito delle prescrizioni del Genio Civile il Ramo M progettato per un futuro attraversamento sottomarino tramite Drilling, verrà posato su terreno naturale, ad un distanza in nessun caso inferiore ai 10 m dalla scarpa dell'argine del fiume Padrongianos (sezione tipo P1 - Elaborato H.5).

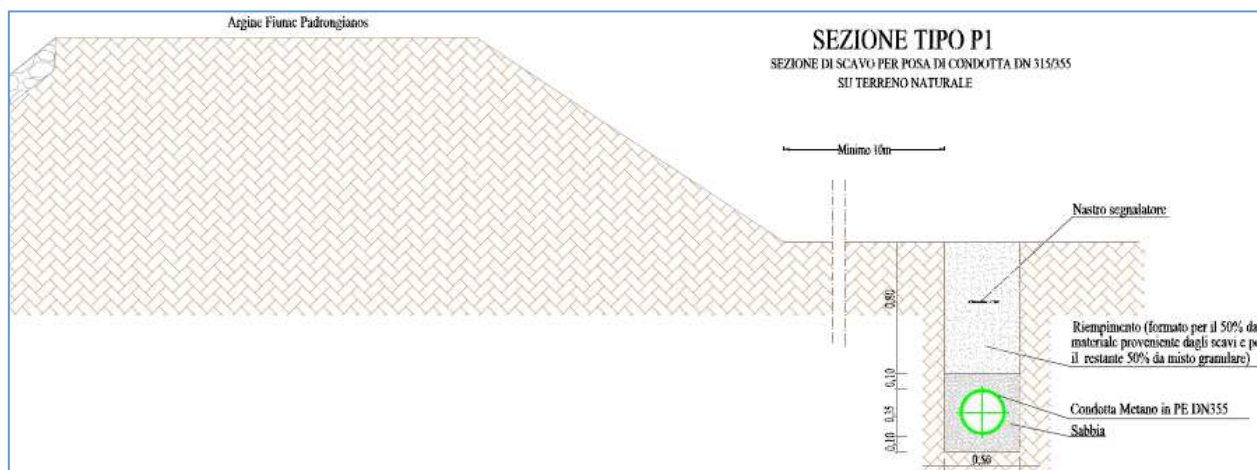


Figura 32 Sezione di scavo nel fiancheggiamento del fiume Padrongianos

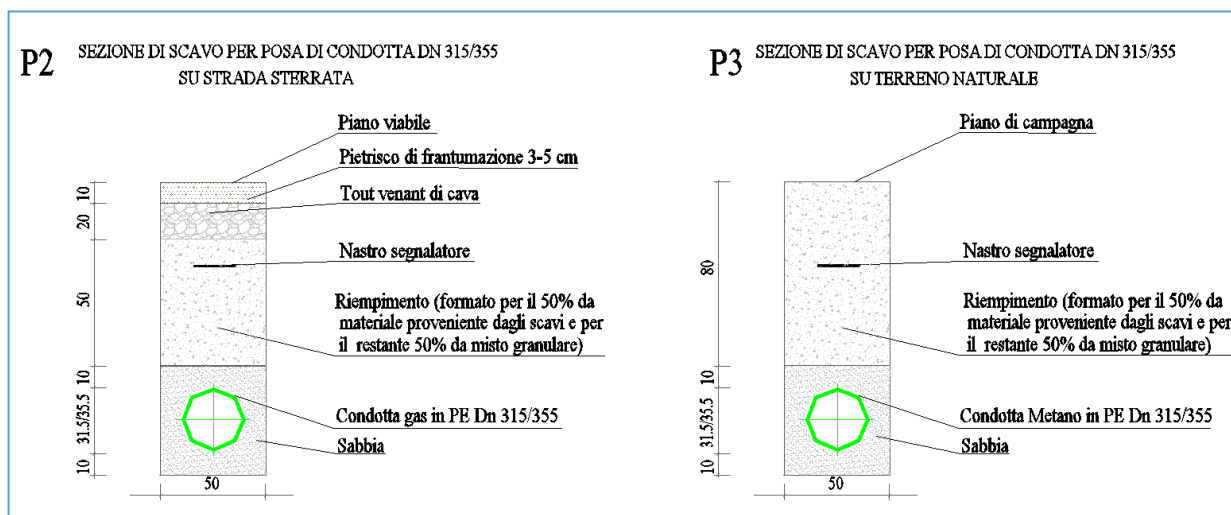


Figura 33 Sezione di scavo per posa condotta su strada sterrata e terreno naturale

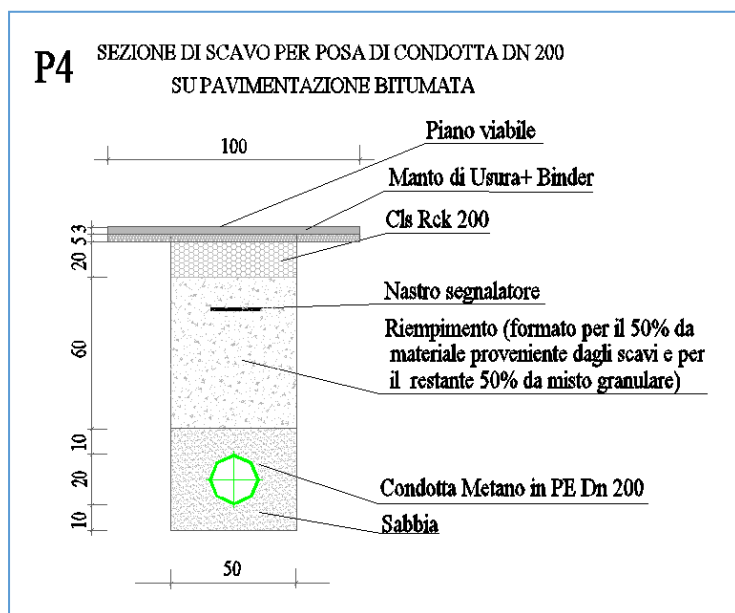


Figura 34 Sezione di scavo per posa condotta su pavimentazione bitumata

8. ANALISI DELL'AREA INTERESSATA DALLE OPERE

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle caratteristiche geologiche, pedologiche e idrauliche dei tronchi critici interessati dagli interventi proposti negli abitati in progetto. Ai fini della descrizione ci si è basati sui dati disponibili nelle schede tecniche allegate al P.A.I.

8.1 Caratteri geologici e geomorfologici

L'evoluzione geomorfologica della Gallura costiera, in cui s'inserisce il contesto di Olbia, è legata agli effetti delle variazioni glacio-eustatiche pleistoceniche ed oloceniche. Infatti quando il substrato roccioso intercetta il livello del mare, dà luogo ad una linea di costa a *Rias*. Le coste a *Rias* della Gallura documentano di testate di valli fluviali in gran parte incise secondo allineamenti strutturali sovraescavatisi col ritiro del livello marino durante glaciazione wurmiana fino a massimo. In generale si ammette che ai vari stadi di stazionamento del ritiro wurmiano, tramite gli apporti continentali (*onlap* costiero), si siano generati ambienti con prodotti sedimentari di genesi sia marina (*Beach rocks*) che continentale (alluvioni ed eolianiti) che, durante gli stadi di risalita olocenica del livello glacio-eustatico, hanno costituito gli *stocks* di volta in volta rielaborati dai cicli di erosione e deposizione, per svariate generazioni di sedimenti. Taluni di tali corpi sono pertanto posizionati in forma relitta sotto il livello del mare o possono affiorare sporadicamente o continuamente (e con spessori significativi) a seconda dell'importanza della valle fluviale che li ha generati. In questo modo tali processi, la cui ciclicità è oggi ammessa anche nell'Olocene, al termine della risalita olocenica del mare, hanno reso possibile all'interno di tali testate sommerse,

l'impostazione di vari tratti ghiaiosi e sabbiosi (barre litoranee, progressivamente evolutesi) i quali, sarebbero progressivamente emersi in forma di cordoni sabbiosi determinando, quindi, l'edificazione delle spiagge ai margini interni delle insenature, in altri termini le Pocket beach, isolando lagune e conche stagnali retrostanti che progressivamente vengono colmate dalle foci dei corsi d'acqua.

Il distretto dell'Alta Gallura, costituito principalmente da un substrato granitico, si affaccia sul settore nord-orientale della Sardegna su una costa movimentata e varia per la presenza di profonde insenature e di imponenti promontori.

Sulla regione sono ben rappresentati gli ambiti costiero e collinare che in Gallura esprimono un paesaggio fortemente caratterizzato per le peculiarità morfologiche impresse dall'erosione agli affioramenti rocciosi l'ambito costiero del distretto riflette una marcata impostazione tettonica, particolarmente evidente in corrispondenza della baia di Porto Pozzo, dei Golfi di Arzachena, di Cannigione, di Cugnana e di Marinella, ed è sottolineata dall'estrema frammentarietà del suo profilo, come evidenziano le numerose isole che compongono l'Arcipelago di la Maddalena. I promontori granitici si affacciano sul mare con pareti inaccessibili, nude, finemente intagliate in forme tafonate. Capo Testa, ad esempio, costituisce una vasta area monumentale formata in seguito all'azione dei processi morfogenetici chimico-meccanici sui graniti Il promontorio si protende isolato sul mare ed è raggiungibile tramite una strada che percorre un delicato istmo sabbioso.

Più ad Est, il promontorio di Coluccia e il tombolo dell'Isuledda racchiudono il Golfo del liscia ampio e sabbioso, dove sfocia l'omonimo fiume che alimenta con i propri apporti il naturale ripascimento dell'arenile. I litorali sabbiosi più aperti sono costantemente contornati da formazioni dunali di retrospiaggia, piuttosto estese, stabilizzate dall'uomo per mezzo di graticci che hanno favorito la colonizzazione vegetale delle sabbie o, come Rena Majore, dall'impianto di una pineta litoranea.

Il promontorio calcareo-dolomitico di Capo Figari interrompe il dominio granitico Esso appare come un lembo residuale isolato, appartenuto ad una più estesa copertura carbonatica sedimentatasi sul basamento paleozoico Sul fondo di una profonda insenatura sorge la città di Olbia, cresciuta rapidamente nel corso degli ultimi anni con una fitta trama urbanizzata fino ad inglobare l'aeroporto con le sue infrastrutture, il porto industriale e la limitrofa zona industriale.

Sulla medesima insenatura sfocia il Rio Padrongiano con un ampio estuario, elemento dominante di un sistema costiero complesso, in interazione dinamica con il compendio umido lagunare e con il litorale sabbioso del lido del Sole. Tutto il settore costiero è urbanizzato secondo un modello residenziale estensivo ed in continua espansione in seguito all'impulso trainante generato dallo sviluppo turistico della Costa Smeralda.

L'entroterra alle spalle di Olbia è occupato da un'ampia piana solo parzialmente coltivata, in cui si estendono ampi spazi incolti coperti da vegetazione spontanea principalmente utilizzati per il pascolo.

Il paesaggio collinare prevale in tutto il settore interno del distretto, le altimetrie sono moderate e le forme sono regolari, ma la rocciosità molto elevata ha da sempre scoraggiato lo sviluppo agricolo del territorio a vantaggio di un'attività zootecnica specializzata nell'allevamento bovino e ovino.

Nel distretto non è rappresentato un ambito montano, le quote, infatti, sono costantemente moderate ed inferiori ai 700 m, ma le forme accidentate che tipicamente si manifestano sui versanti granitici più acclivi e ricoperti da estese pietraie, manifestano spesso condizioni ad elevata energia del rilievo, consone ad un contesto montano. I Monti Ultana, la valle del Rio La Scala, Monte Pino e Monte Santo e più in generale tutto l'entroterra rurale disseminato di stazzi, costituiscono luoghi di riconosciuta importanza naturalistica e forestale e custodiscono ancora oggi paesaggi e stili culturali tipici della Gallura.

L'analisi morfometrica è basata sulla elaborazione dei dati altimetrici, di acclività e delle esposizioni derivate dalle cartografie digitali della Regione. L'analisi altimetrica, condotta sulla base di intervalli di cento metri, registra una quota minima di -2 m s.l.m., una massima di 740 m s.l.m. ed una quota media ponderata di 175 m s.l.m. Si evidenzia come quasi il 100% delle superfici sia situato al di sotto dei 600 m s.l.m., con ben l'80% al di sotto dei 300 m. Si configura una connotazione altimetrica prevalente collinare e pianeggiante costiera.

L'analisi delle acclività è condotta su intervalli unitari di variazione del 5% fino alla soglia del 30% e con passo del 10% fino alla soglia del 60%. L'andamento mostra che il 63% dell'area del distretto è contenuta entro i limiti della soglia di pendenza del 20%, evidenziando una importante componente del territorio scarsamente accidentata e ad andamento regolare, riconducibile agli ambiti pianeggianti costieri e alle superfici di spianamento interne dislocate a quote superiori in un contesto intercollinare.

L'analisi delle esposizioni, dettagliata per fasce altimetriche di 400 metri, mette in luce una leggera preminenza delle esposizioni N e NE sulle altre.

Dal punto di vista geologico l'area è formata quasi esclusivamente di graniti risalenti al Carbonifero Superiore-Permiano. Si tratta di granodioriti tonalitiche, tonaliti, leucograniti e monzograniti, spesso di colore rosa, raramente grigio.

Nella parte settentrionale dell'area investigata è presente un complesso metamorfico migmatitico costituito prevalentemente da scisti, gneiss e migmatiti.

La morfologia è condizionata dal vasto complesso granitico presente. Le forme sono quelle tipiche: creste di roccia seghettate e scoscese alternate a piccole valli, pietraie, Tor, alte pile di blocchi rocciosi, Tafoni.

Notevole interesse dal punto di vista geomorfologico hanno le formazioni dunali di Porto Puddu e Porto Liscia, in prossimità della foce dell'omonimo corso d'acqua. Queste rappresentano quasi il 5% del territorio e sono disposte secondo la direzione del vento: si tratta dunque di dune di tipo longitudinale, separate da corridoi. Il vento che soffia da ponente (ovest), determina lo spostamento della sabbia verso est e il suo accumulo nella parte interna di Porto Puddu, con la formazione di rilievi che superano i 23 metri di quota e che cadono direttamente sul mare con ripide pareti verticali.

L'area interna è impostata sui litotipi intrusivi granitoidi ricoperti prevalentemente da depositi eluviali e colluviali sabbiosi, ghiaiosi e limosi prodotti dal disfacimento della roccia granitica arenizzata ma anche dal trasporto da parte degli agenti esogeni quali le acque piovane, la gravità, il vento, le acque di ruscellamento, ecc; tali depositi sono presenti prevalentemente nelle linee d'impluvio, nelle zone più depresse e in particolare nel centro urbano e nella zona circostante, determinando così l'addolcimento della morfologia del territorio.

Si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%. I suoli originati dall'alterazione delle rocce granitoidi presenti nella nostra area, presentano una buona presenza di K, Mg, e Fe ma una insufficiente presenza di Ca e di P, caratteristica di tutte le rocce granitoidi.

Sono inoltre presenti depositi eluviali, ovvero sabbioni limosi tendenzialmente ghiaiosi; abbastanza compatti; spostandoci verso monte, in posizione sempre più distante rispetto alla zona depressa sopraccitata, la consistenza aumenta, mentre il grado di maturazione e alterazione del monzogranito arenizzato, diminuisce.

Per quanto riguarda i depositi eluviali, di arenizzazione del basamento intrusivo, si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%.

Il territorio a N di Olbia, è caratterizzato da un assetto geostatigrafico completamente differente dal resto dell'area. Sono presenti gneiss e migmatiti del complesso metamorfico paleozoico.

L'area S di Olbia è caratterizzata dalla confluenza a mare di un corso d'acqua, il Rio Scalamala, il cui asse di drenaggio principale, prima di arrivare al nostro sito, ha una lunghezza di circa 4 km.

Il territorio è rappresentato da un basamento di litotipi granitoidi ricoperti da depositi alluvionali lungo il rio Scalamala, sabbiosi eolici e marini lungo il litorale marino, eluviali e colluviali nel resto del territorio, anche con roccia affiorante e subaffiorante.

I depositi eluviali, colluviali, alluvionali ed eolici, sono prodotti dal disfacimento della roccia granitica arenizzata ma anche dal trasporto da parte degli agenti esogeni quali le acque piovane, la gravità, il vento, le acque di deflusso dei canali di scolo di acque di ruscellamento concentrato (rio Scalamala), le acque marine, ecc; tali depositi sono presenti prevalentemente nelle linee d'impluvio, nelle zone più depresse e in particolare nel lato a valle del centro urbano e nella zona circostante, determinando così l'addolcimento della morfologia del territorio. Per quanto riguarda i depositi eluviali, di arenizzazione del basamento intrusivo, si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%. I suoli originati dall'alterazione delle rocce granitoidi presenti nella nostra area, presentano una buona presenza di K, Mg, e Fe ma una insufficiente presenza di Ca e di P, caratteristica di tutte le rocce granitoidi.

La strutturazione geologica della Gallura è principalmente legata all'orogenesi ercinica, che ha prodotto, a partire dal Carbonifero superiore e sino al Permiano, intense deformazioni, metamorfismo ed un importante magmatismo intrusivo ed effusivo.

In gran parte del territorio si osservano, infatti, i granitoidi del batolite sardo-corso e le rocce del complesso migmatitico e metamorfico in facies anfibolitica della Sardegna settentrionale (Nonnis, 2000).

Il batolite granitico, affiorante in diversi settori dell'isola, è costituito da un'associazione plutonica calcicalcina metalluminosa, composizionalmente molto eterogenea e con una successione di messa in posto estremamente articolata nella quale si individua un'evoluzione nel tempo verso termini sempre più acidi (Ghezzi et al., 1972; Braila et al., 1981; Ghezzi e Orsini, 1982; Carmignani et alii, 1982; Cherchi e Musumeci, 1992).

Le facies granitiche affioranti in Gallura sono da mettere in relazione con le diverse fasi della tettonica collisionale ercinica (plutoniti sintettoniche, tardo tettoniche e post tettoniche).

Si distinguono (Carmignani, 1996) granitoidi foliati fino a tonaliti (Barrabisa, Bortigiadas), gabbri e masse gabbro-tonalitiche (Punta Falcone), granodioriti monzogranitiche (S. Antonio, Monti), monzograniti equigranulari (Monte Limbara e Costa Smeralda).

Le facies granitiche e quelle metamorfiche sono attraversate da numerosi filoni di potenza e composizione variabile (porfidi granitici, micrograniti, apliti, pegmatiti, basalti), per lo più posteriori a tutte le grandi intrusioni, che intersecano secondo direzioni prevalenti.

La monotona natura granitica del territorio gallurese è interrotta dalla presenza di litologie vulcaniche e sedimentarie riferibili al tardo Paleozoico, al Mesozoico e al Cenozoico.

Nel dettaglio, dal basso verso l'alto le litologie risultano costituite dalle seguenti successioni:

- Complesso migmatitico ercinico
- *Anfiboliti con relitti di paragenesi eclogitiche*

I corpi anfibolitici affiorano all'interno dei micascisti. Questi prodotti derivano dal metamorfismo di basalti ad affinità oceanica. Si tratta di corpi lenticolari ettometrici, talvolta con scistosità pervasiva parallela a quella della roccia incassante. Affiorano in maniera ridotta a S di Golfo Aranci.

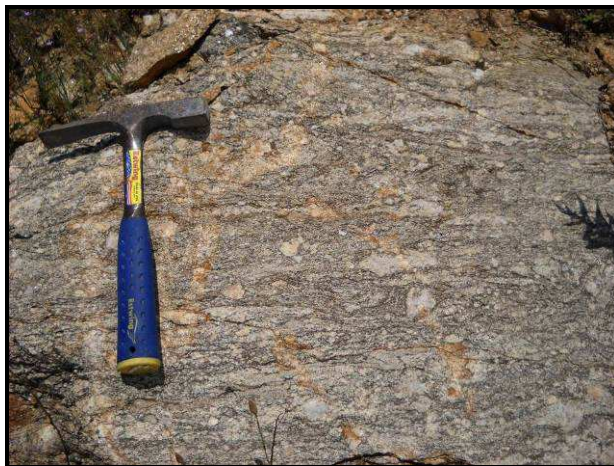


Figura 35 – Ortogneiss in affioramento.

- *Diatessiti e metatessiti con ortogneiss*

Si tratta di granitoidi con differente composizione ed età; vi sono rappresentati sia leucograniti per alluminosi, che granodioriti e tonaliti. La grana è eterogenea e spesso si riscontra una facies con cristalli di plagioclasio centimetrici con inclusioni picilitiche di biotite. Sono visibili in maniera diffusa nel settore Nord dell'area investigata.

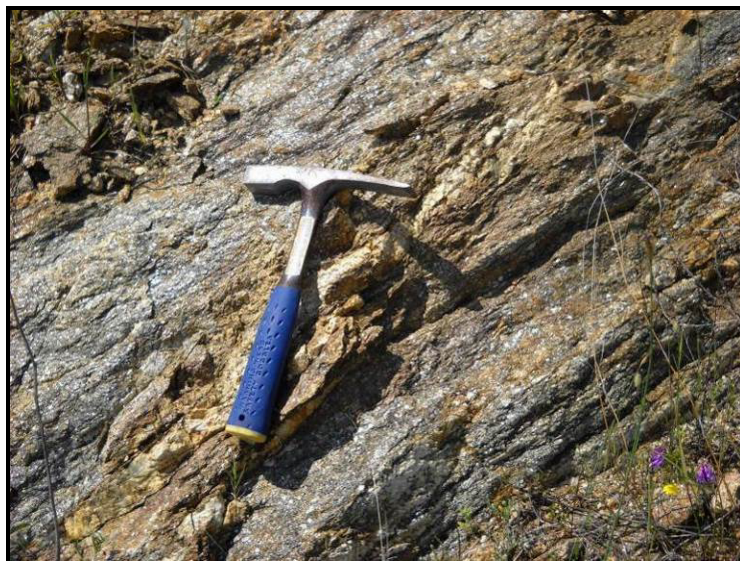


Figura 36 Diatessiti e metatessiti in affioramento.

- *Ortogneiss granodioritici e monzogranitici*

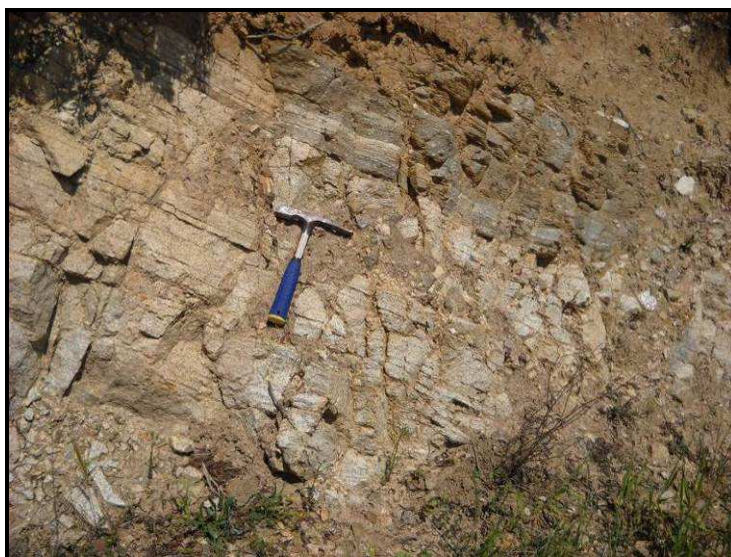


Figura 37 – Ortogneiss in affioramento.

- Complesso plutonico del Carbonifero sup.-Permiano

Le intrusioni post-erciniche si ritrovano in tutto il settore investigato. Nelle aree in esame le intrusioni sono da mettere in relazione alle zone di taglio transtensive successive all'impilamento delle falde, come osservabile nella porzione orientale della carta geologica allegata. Si tratta principalmente di leucograniti in facies prevalentemente equigranulri e granodioriti monzogranitiche equigranulari e tonalitiche, monzograniti in facies da moderatamente a molto inequigranulari per

fenocristalli di K-feldspato; granodioriti monzogranitiche equigranulari e leucograniti e granodioriti di origine anatettica, con scistosità.



Figura 38 – Monzograniti moderatamente inequigranulari con fenocristalli di k-feldspato (Telti)

- Complesso filoniano del Carbonifero sup.-Trias

Si tratta di filoni di porfidi granitici e presentano tessitura isotropa, talvolta porfirica con fenocristalli di feldspato alcalino potassico, quarzo e più raramente biotite e muscovite dispersi in una massa di fondo granofirica. L'orientazione osservata negli affioramenti è NW-SE.



Figura 39 – Leucograniti in affioramento presso il settore Sud dell'area in esame.

- *Depositi quaternari*

Sono costituiti dai suoli attuali (meglio descritti nel capitolo successivo) e dai colluvi e le alluvioni che si rilevano lungo gli alvei di tutti i corsi d'acqua.

Al fine di avere un inquadramento generale, possiamo raggruppare le litologie quaternarie in:

- deposizioni attuali di natura alluvionale, in stretta correlazione con i corsi d'acqua principali. Queste litologie sono assai varie ma principalmente sono caratterizzate dalla presenza di conglomerati, ghiaie e sabbie più o meno elaborate. Si tratta di sedimenti grossolani con aumento delle dimensioni dei componenti avvicinandoci ai versanti degli alti morfologici. In situazioni locali, si ritrovano in maniera subordinata sedimenti a granulometria fine come sabbia e limi che si presentano in lenti e livelli sottili.
- raramente si ritrovano sedimenti di deposizione continentale formati da depositi eluvio-colluviali, con presenza di alterazioni variabili e processi di pedogenesi. La natura di questi depositi è alluvionale e detritica con presenza di clasti provenienti dalle litologie delle rocce circostanti.
- Le deposizioni di natura eolica, sono formate da sabbie ed arenarie ad elevata classazione granulometrica con struttura del tipo grano sostenuta, con la presenza di una debole cementazione.
- i depositi detritici che si ritrovano alla base e lungo i versanti a maggiore pendenza, principalmente dovuti alla disgregazione ad opera degli agenti della dinamica esogena delle litologie granitiche e metamorfiche.

Depositi colluviali antichi e recenti (Pleistocene-Olocene)

Sono costituiti da materiali colluviali e clasti di dimensione da centimetrica e pluridecimetrica in matrice sabbioso-limosa, soggetti a pedogenesi prevalentemente carbonatica, derivanti dal dilavamento delle coltri di alterazione delle rocce calcarenitiche e marnose dei versanti adiacenti.

Depositi alluvionali e colluviali recenti e attuali (Olocene)

Generalmente costituiti da sabbie (talvolta ciottolose) e limi degli alvei dei corsi d'acqua. Si ritrovano in tutto il settore nord-orientale, presso la piana alluvionale e costiera caratterizzata dal tratto terminale dei corsi d'acqua.

- Depositi litorali e di spiaggia (Olocene)

Il settore costiero, comprendente è caratterizzato dalla presenza di depositi di spiaggia attuali. Si tratta di sedimenti sabbiosi medio- grossolani, da estremamente ben classati sino a più fini lungo il litorale.

Alle spalle delle spiagge attuali si ritrovano i depositi di spiaggia e i cordoni litorali antichi attribuiti all'Olocene. Sono rappresentati da sedimenti ghiaiosi più o meno grossolani che divengono via via più fini sino a sabbie grossolane. Depositati sabbiosi caratterizzano inoltre la parte retrostante la spiaggia. Queste sabbie, talora debolmente cementate, contengono frammenti fossiliferi di fauna analoga a quella attuale. La loro conformazione è sempre allungata secondo una direzione di sviluppo parallela all'attuale fascia litorale. Avvicinandoci alla costa, i depositi assumono carattere prettamente marino, con rare sabbie più o meno cementate che si sono messe in posto durante l'ultimo evento glaciale pleistocenico.

8.2 Caratteri geopedologici

L'ambiente pedologico del territorio in esame deve essere visto in relazione soprattutto ai depositi geologici presenti, ai loro diversi aspetti morfo-strutturali, vegetazionali, climatici ed al loro uso presente e passato. L'intensa antropizzazione e l'urbanizzazione risultano inoltre fenomeni di fondamentale importanza nell'evoluzione nel sistema suolo.

Pertanto i suoli, nell'ambito del territorio, sono stati suddivisi in funzione del substrato dal quale derivano e delle forme su cui si sono sviluppati. Il livello tassonomico raggiunto nella classificazione (Soil Taxonomy) è quello del sottogruppo. Per ciascun tipo di suolo sono stati esaminati i caratteri fisici più importanti sia sotto l'aspetto genetico sia riguardo gli aspetti gestionali e di utilizzazione tipica.

In tutto il settore oggetto del presente studio è stata eseguita una suddivisione in grande, tralasciando i suoli poco significativi per spessore ed estensione, in unità podologiche.

I caratteri dei suoli presi in considerazione per la classificazione sono: profondità, profilo, tessitura, permeabilità, reazione e saturazione in basi.

In generale i suoli esistenti sono notevolmente legati, nella loro genesi e maturazione, alla natura dei litotipi che costituiscono il substrato, alle caratteristiche fisiche, climatiche (nella sua evoluzione) e morfologiche che caratterizzano l'area di studio. All'interno dell'area investigata sono state riconosciute le seguenti unità cartografiche:

- Paesaggi sulle rocce intrusive del tardo-Paleozoico e relativi depositi di versante.

I suoli di questa unità, caratterizzata da morfologie aspre e dall'erosione molto marcata, sono soggetti ad un continuo ringiovanimento del profilo ed è quindi difficile la formazione di orizzonti diagnostici. Si tratta di suoli a profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, con capacità di ritenuta dell'acqua modesta e la tendenza a raggiungere rapidamente la saturazione idrica, che facilita l'asportazione delle particelle fini. I suoli predominanti sono: *Typic, Dystric e Lithic Xerorthents; Typic, Dystric e Lithic Xerochrepts; Rock Outcrop*. Subordinatamente: *Palexeralfs e Haploxeralfs*.

- Paesaggi urbanizzati

Tale unità di paesaggio è quella rappresentata dalle aree urbanizzate e dalle principali infrastrutture.

- Paesaggio dei depositi pleistocenici.

Affiorano a contorno dei depositi attuali e recenti, nei terrazzi più elevati. La copertura vegetale varia dalla macchia alle colture agrarie. La pietrosità superficiale varia da moderata per grossi ciottoli e blocchi ad assente, la rocciosità affiorante invece è sempre assente. Il contenuto in scheletro è molto variabile anche all'interno dello stesso profilo. La tessitura varia dalla franco-argillosa all'argillosa. Si trovano screziature di colore scuro legate alla presenza di ristagni idrici superficiali o di falde subsuperficiali. In profondità sono presenti degli accumuli di carbonati secondari, sotto forma di noduli, pseudomicelio e polveri fini. I rischi di erosione variano da assenti a moderati in funzione della morfologia. I fenomeni di ristagno idrico sono di breve durata e localizzati nelle micromorfologie depresse.

- Paesaggi delle alluvioni recenti ed attuali.

Affiora lungo l'alveo dei corsi d'acqua principali. La copertura vegetale è in genere caratterizzata da macchia e dalle colture cerealicole, foraggere e ortive. La pietrosità superficiale varia da assente a elevata in funzione della granulometria dei diversi episodi alluvionali, non mostra rocciosità affiorante. Il contenuto in scheletro varia da assente a dominante nei diversi orizzonti, anche all'interno dello stesso profilo, mentre la tessitura varia dalla sabbiosa all'argillosa fine in funzione della granulometria dei diversi episodi alluvionali. Localmente sono possibili accumuli in profondità di carbonati secondari associati. Possono

anche essere presenti caratteri vertici più o meno pronunciati, per cui questi suoli possono localmente passare ai Vertisuoli propriamente detti. I rischi di erosione sono sempre assenti mentre sono possibili dei ristagni idrici, generalmente di breve durata e interessanti superfici di modesta ampiezza, in funzione della tessitura e della micromorfologia. I rischi di esondazione sono sempre possibili in funzione di eventi meteorologici di eccezionale gravità o durata.

8.3 Caratteri dell'idrografia

Il territorio comunale di Olbia si estende per complessivi 382,488 kmq (compresi i circa 10 kmq delle isole ed i 61,44 kmq dell'isola amministrativa) ed è caratterizzato da una rete idrografica molto estesa e gerarchizzata.

La quasi totalità della rete idrografica afferisce al sub-bacino del Liscia così come individuato dal PAI, mentre la zona meridionale dell'isola amministrativa è parte integrante del sub bacino PAI del Coghinas-Mannu –Temo.

Nell'ambito della rete idrografica afferente al sub bacino del Liscia sono stati individuati i due maggiori bacini: quello del Rio San Giovanni e quello del Fiume Padrongiano.

- *Fiume Padrongiano, con Riu Enas, Rio San Simone, Riu Piricone, Riu la Castagna, Riu Nannuri, Riu Palasole, Riu Campittos, Riu Sciasseddu, Riu La Castanza, Rio San Paolo, Riu Codalonga, Riu Micheli Altana e rii minori;*

Il sistema idrografico del Fiume Padrongiano-Riu Enas si può suddividere a sua volta in tre ambiti:

1) affluenti in destra idrografica che comprendono il Riu Piricone-Riu La Castagna, il Riu Nannuri che affluisce nel primo in località Fraghi, il Riu Vena Fiorita, con l'immissario destro Riu Vena de Cani, alveo minore immissario presso la stazione ferroviaria Enas;

2) affluenti in sinistra idrografica: canale di bonifica di Colco che si immette nel Padrongiano in corrispondenza dell'aeroporto, il Riu Amendola che affluisce in località Burrai, alveo che si immette presso Ponte Sa Rena, Rio Santo Simone affluente dell'Enas in loc. Ponte Sa Rena e un suo affluente in sinistra, Riu Caprone immissario poco a valle della stazione ferroviaria Enas;

3) idrografia dell'isola amministrativa costituita da tratti pedemontani rispettivamente

– del Riu Nannuri-Vena Fiorita: riu Patente Nieddu e riu di Tumiannu, e altri affluenti

– del Riu Enas: sistema idrografico del Riu Palasole con l'affluente principale Riu Micheli Altana. Il sistema del Palasole (denominato a monte riu Sos Campittos, riu Sciasseddu, riu Monte Aspro),

con gli affluenti in destra, oltre al riu Micheli Altana, Riu di Castanza, Riu di San Tommeo e Riu Codalonga e rii minori. A sinistra il Rio San Paolo, Riu Sa Rughe, Canale dell'Inferno e altri rii minori.

- Riu San Giovanni, con gli affluenti Riu Toltu, Riu di Montilongu, Riu Masciumarega e affluenti minori;

Il sistema idrografico del Rio San Giovanni è costituito dal medesimo e dal suo affluente principale in sinistra, il Riu di Montilongu, unitamente ai rispettivi sub-bacini.

Tra questi quello del Riu Masciumarega, che confluisce in destra idrografica al Rio San Giovanni presso stazzi Vadilonga.

Sono stati individuati ulteriori due bacini afferenti al Riu Bucchilalgu, sottesi con sezione di chiusura al confine amministrativo con il Comune di Arzachena, in prossimità del monte Sarra Luchia.¹

8.4 Caratteri idrogeologici

L'idrogeologia di un settore dipende in maniera predominante dalla natura dei litotipi affioranti e dal loro grado di fessurazione. Sono, infatti, acquifere le rocce con caratteristiche tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso e la restituzione di acque sotterranee in quantità apprezzabili. Rocce molto porose, come sabbie e ghiaie, costituiscono ottimi acquiferi in grado di ospitare importanti falde idriche. Laddove le rocce non sono porose, contrazioni termiche ed altro possono generare fratture entro le quali può instaurarsi, anche se solo lungo lineamenti preferenziali, una circolazione idrica.

Dal punto di vista idrogeologico gli acquiferi dei depositi alluvionali della Sardegna, essendo alimentati da corsi d'acqua, forniscono portate soddisfacenti (10-40 l/s). Si tratta di acquiferi da mediamente porosi ad altamente porosi, in funzione della presenza della frazione limo-argillosa. L'alimentazione di queste falde appare provenire più che dalle precipitazioni dirette (infiltrazione reale, pari ad un decimo degli apporti e un drenaggio in periodo estivo pari al 3% degli afflussi) da corsi d'acqua a carattere torrentizio che drenano i rilievi circostanti. L'entità dell'alimentazione appare difficile da stabilirsi per mancanza di misure dei deflussi sui corsi d'acqua.

¹ Fonte: Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'art.8 comma2 delle NTA del PAI del territorio extraurbano del Comune di Olbia – Novembre 2015

Acquiferi - consentono sia il moto che l'immagazzinamento dell'acqua. Ammettono componenti di movimento sia orizzontale (con portate significative per le opere di captazione) che verticale. I parametri idraulici sono sperimentabili con prove di portata.

Aquitardi – la componente orizzontale è pressoché trascurabile. Possono essere però sede di importanti movimenti verticali. Inoltre, se potenti, possono rappresentare importanti serbatoi di immagazzinamento, da cui l'acqua, può muoversi in verticale verso gli acquiferi. I parametri idraulici sono indirettamente determinabili con prove di pompaggio sugli acquiferi posti al letto o al tetto.

Aquicludi – entrambe le componenti di moto sono trascurabili. L'acqua può essere presente sotto forma di ritenzione, non soggetta a forza di gravità. I parametri idraulici non sono determinabili con prove di pompaggio, ma solo con test di laboratorio.

Gli acquiferi sono differenziati dagli aquitardi e dagli aquicludi in base al valore della permeabilità :
Il moto è regolato dalla legge di Darcy:

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

La legge è vettoriale per cui si possono distinguere una componente orizzontale K_h e una verticale K_v . Dal punto di vista operativo il moto orizzontale viene anche definito deflusso di falda e rappresenta il vettore di flusso verso le opere di captazione, ma poiché queste ultime hanno sezioni (A) molto piccole tale componente può risultare trascurabile per bassi valori di K. Per gli stessi valori di K può viceversa essere rilevante il flusso verticale, dal momento che esso interessa l'intera sezione di A del sistema idrogeologico, se questo ammette significative variazioni del carico idraulico.

Il mezzo fisico in cui avviene il deflusso e l'immagazzinamento dell'acqua sotterranea permette di distinguere:

1. *acquiferi granulari* (porosi)

2. *acquiferi fratturati*

Gli acquiferi possono essere classificati in base alle caratteristiche idrogeologiche della formazione sovrastante nel modo seguente:

Acquiferi freatici – non necessariamente devono affiorare sino alla quota del p.c., possono essere limitati da coperture meno permeabili. La condizione determinante è che non siano saturi sino a tetto, ovvero la superficie freatica, in contatto con l'esterno, cada all'interno.

Acquiferi semifreatici – è il caso in cui l'acquifero è limitato a tetto da una copertura a bassa permeabilità relativa, all'interno del quale cade la superficie freatica.

Acquiferi confinati – al tetto presentano un acquiclude o comunque un aquitard a bassissima permeabilità relativa, tale da rendere gli scambi idrici nulli, con gli acquiferi sovrastanti. Sono saturi e il livello di falda è piezometrico, ovvero rappresenta una pressione al letto dell'acquifero.

Acquiferi semiconfinati – al letto presentano un aquitard che si può estendere sino al p.c., oppure essere a sua volta sormontati da un acquifero freatico. Attraverso l'aquitard sono resi possibili gli scambi idrici verticali con l'acquifero sottostante. Se l'aquitard è dotato di magazzino proprio può cedere la risorsa all'acquifero semi-confinato.

Sistemi acquiferi multifalda – sono sistemi molto diffusi in natura, e generalmente sono contrassegnati da un acquifero freatico o semi freatico sovrapposto a più orizzonti successivi semi confinati, ovvero separati da aquitard. Le condizioni di scambio idrico sono regolate dal carico piezometrico e dalle caratteristiche degli aquitard.

La diversa natura dei litotipi affioranti nei bacini idrografici determina una netta distinzione anche nelle caratteristiche di permeabilità.

I complessi acquiferi significativi sono stati individuati sulla base della loro potenzialità e, secondariamente, della loro vulnerabilità. La circolazione delle acque nel sottosuolo, è chiaramente influenzata dalle caratteristiche fisiche delle litologie presenti nell'area e principalmente dalla permeabilità primaria e secondaria.

All'interno dell'area di studio, la diversa natura dei litotipi affioranti nei due bacini idrografici determina una netta distinzione anche nelle caratteristiche di permeabilità.

Nell'ambito del presente studio preliminare si è operato un accorpamento semplificato dei diversi litotipi. In generale il settore è costituito da rocce da impermeabili a scarsamente permeabili, ad eccezione dei depositi quaternari e di calcare cambrico i quali sono caratterizzati da una

permeabilità da media ad alta. La variazione di permeabilità deriva principalmente dalla granulometria dei depositi e dal loro grado di cementazione.

Dal punto di vista idrogeologico, possono essere distinte 2 unità idrogeologiche. La prima è caratterizzata da rocce a permeabilità bassa per porosità con drenaggio da lento ad impedito e substrato permeabile per fratturazione a modesta profondità (acquiferi multifalda).

La circolazione dell'acqua avviene quindi sia in superficie, all'interno delle coperture granitiche arenizzate e depositi eluviali e colluviali sabbioso limosi (acquifero poroso, $k > 10^{-6}$ m/s), sia in profondità nel livello sottostante più integro attraverso il sistema di fratture (acquifero fessurato, $k < 10^{-6}$ m/s).

La seconda è caratterizzata da rocce a permeabilità media prevalentemente per fessurazione, con fratture più intense e più fitte dell'unità idrogeologica precedente (acquiferi monofalda) con $10 < k < 10^{-4}$.

I deflussi idrici sotterranei sembrano avere in generale le stesse direzioni di quelli superficiali: si ritiene cioè che bacino idrografico e idrogeologico siano grosso modo coincidenti.

Considerando i litotipi sedimentari che caratterizzano il settore in esame, dal punto di vista idrogeologico si possono distinguere in 4 principali unità idrogeologiche:

La prima è caratterizzata dai depositi sabbioso limosi e ciottolosi alluvionali (acquiferi monofalda) con $10^{-3} < k < 10^{-5}$.

La seconda è caratterizzata dai depositi limoso sabbiosi e argillosi colluviali (acquiferi monofalda) con $10^{-6} < k < 10^{-8}$.

La terza è caratterizzata da terreni eluviali a permeabilità bassa per porosità con drenaggio da lento ad impedito e substrato permeabile per fratturazione a modesta profondità (acquiferi multifalda). La circolazione dell'acqua avviene quindi sia in superficie, all'interno delle coperture granitiche arenizzate e depositi eluviali e colluviali sabbioso-limosi (acquifero poroso, $k > 10^{-6}$ m/s), sia in profondità nel livello sottostante più integro attraverso il sistema di fratture (acquifero fessurato, $k < 10^{-6}$ m/s).

La quarta è caratterizzata da rocce a permeabilità media prevalentemente per fessurazione, con fratture più intense e più fitte dell'unità idrogeologica precedente (acquiferi monofalda) con $10 < k < 10^{-4}$.

9. CONSIDERAZIONI SULL'INTERAZIONE OPERA-PERICOLOSITA' IDRAULICA

9.1 Il concetto di rischio idrogeologico

L'obiettivo primario del PAI Sardegna è sintetizzabile nell'individuazione di metodi e strumenti atti a garantire nel territorio regionale sardo adeguati livelli di sicurezza a persone e beni materiali a fronte di danni provocati da eventi idrogeologici. In tal senso, è risultata peculiare la definizione di un indice di pericolosità o di rischio idraulico R_i legato alla frequenza di accadimento dell'evento, all'oggetto che subisce il danno e alla sua capacità di resistere al danno stesso.

Il rischio idraulico è stato così definito:

$$R_i = H_i \cdot E \cdot V$$

in cui

R_i = rischio idraulico totale

H_i = pericolosità dell'evento idrologico

E = indice di classificazione degli elementi a rischio

V = vulnerabilità degli elemento a rischio

Il primo fattore H_i è assunto pari all'inverso del tempo di ritorno, T_r , utilizzato per la stima della portata di piena ovvero è equivalente alla frequenza di non superamento dell'evento. In corrispondenza dei quattro tempi di ritorno assunti alla base dello Studio di H_i risulta pari a:

T_r	H_i
50	0.02
100	0.01
200	0.005
500	0.002

Il fattore E esprime l'entità degli elementi (cose o persone) a rischio e, in funzione di una classificazione contenuta nelle Linee Guida del PAI, assume un valore variabile da 0,25 per le aree libere non edificabili a 1,00 per le aree urbanizzate.

Il fattore di vulnerabilità V esprime la capacità dell'oggetto che subisce il danno di resistere all'impatto determinato dall'evento. Cautelativamente esso è stato assunto sempre pari a uno.

9.2 Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

Nell'analisi delle opere previste in progetto si è reso necessario considerare le interazioni che esistono tra condotte, serbatoi interrati, apparati esterni e la perimetrazione vigente delle fasce fluviali di inondabilità.

Nell'art. 3 delle linee guida del PSFF le fasce di inondabilità sono definite come porzioni di territorio costituite dall'alveo del corso d'acqua e dalle aree limitrofe caratterizzate da uguale probabilità di inondazione.

La delimitazione delle fasce è stata stimata in corrispondenza di portate di piena convenzionalmente stabilite in relazione al corrispondente tempo di ritorno. Le portate di massima piena annuali sono determinate in termini probabilistici corrispondenti a determinati valori del **periodo di ritorno T**, il quale fornisce una stima del valore di portata che può venire mediamente superato ogni T anni.

Sulla base delle portate al colmo di piena per stabiliti periodi di ritorno è stata quindi effettuata l'individuazione dell'estensione areale delle possibili inondazioni.

La specifica articolazione delle fasce è conforme sia per le modalità di perimetrazione sia per il merito delle prescrizioni generali alle indicazioni del D.L. 180/98, convertito con modificazioni nella L. 267/98. L'articolazione delle aree inondabili in fasce si articola attraverso una suddivisione in aree ad alta, media e bassa probabilità di inondazione seguendo l'articolazione prevista in fase di salvaguardia dal citato D.L. 180/98.

- **Fascia A:** aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno **T=50 anni**.
- **Fascia B:** aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno **T=200 anni**.
- **Fascia C:** aree esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno **T=500 anni** e, nel caso siano più estese, comprendenti anche le aree storicamente inondate e quelle individuate mediante analisi geomorfologica.

Nella cartografia del PSFF le fasce fluviali risultano distinte come segue:

- **Fascia A_2**, con tempo di ritorno $T_r = 2$ anni.

- **Fascia A_50**, con tempo di ritorno $Tr = 50$ anni.

- **Fascia B_100**, con tempo di ritorno $Tr = 100$ anni.

- **Fascia B_200**, con tempo di ritorno $Tr = 200$ anni.

- **Fascia C**, con tempo di ritorno $Tr = 500$ anni.

Con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Nella deliberazione n° 1 del 31 Marzo 2011 dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, concernente la "Predisposizione del complesso di 'Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)'" si fa inoltre riferimento alle misure di salvaguardia previste dalle vigenti Norme di Attuazione del P.A.I. agli artt. n. 4, n. 8 (commi 8, 9, 10 e 11).

Nei casi di sovrapposizione tra aree a pericolosità idraulica perimetrata dal vigente P.A.I. e dal P.S.F.F., e relative a portate con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, si deve fare riferimento cautelativamente all'area a maggiore pericolosità idraulica ed alle relative prescrizioni imposte dalle Norme di Attuazione del P.A.I..

Nel caso del settore investigato, l'opera prevista in progetto **ricade all'interno delle fasce fluviali A, B100, B200 e C.**

9.3 L'opera in progetto in relazione al P.A.I.

Secondo il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (PAI) che è stato redatto, adottato e approvato ai sensi di diverse norme legislative nazionali e regionali ed ha finalità nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana al fine di salvaguardia di persone, beni ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici nel territorio comunale in esame, esistono delle aree soggette a pericolosità idraulica.

Il Comune di Olbia ha affidato nel novembre del 2105 l'elaborazione dello studio del territorio extraurbano nell'ambito di quanto previsto dall'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI

nonché della Variante al PAI sensi dell'art. 37 delle medesime Norme, così come prescritto dalle NTA del PAI.

L'opera interrata in progetto prevede dei tratti in corrispondenza di aree soggette a pericolosità idraulica molto elevata sino ad **Hi4**.

L'intervento in oggetto ricade in zone di pericolosità Hi4 per cui si fa riferimento **all'Art. 27 comma 3** delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- a. gli interventi di manutenzione ordinaria;*
- b. gli interventi di manutenzione straordinaria;*
- c. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;*
- d. gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;*
- e. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;*
- f. la ricostruzione di infrastrutture a rete distrutte o danneggiate da calamità naturali, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;*
- g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;**
- h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;**
- i. i nuovi interventi di edilizia cimiteriale purché realizzati nelle porzioni libere interne degli impianti cimiteriali esistenti;*
- l. nuove infrastrutture, strutture di servizio ed insediamenti mobili, preferibilmente provvisori, destinati ad attrezzature per il tempo libero, la fruizione occasionale dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto.*

L'intervento può essere considerato un nuovo sottoservizio interrato in quanto non presenta opere fuori terra e si sviluppa lungo un tracciato stradale esistente (Strada Provinciale Via dello Spirito Santo e S.S 125), per cui è consentito secondo la lettera h) nel pieno rispetto dell'articolo appena esposto.

In riferimento all'Art. 23 comma 9 delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:

- a. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;*

L'opera prevista non peggiora le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo idrografico e non causa l'aumento del rischio di inondazione in quanto essendo interamente interrata a profondità dell'ordine dei 100 cm e non prevedendo movimenti di terra permanenti che possano apportare, nei tratti di sovrapposizione al reticolo, variazioni della sezione idraulica e/o della pendenza dell'alveo che si possano ripercuotere nei tratti a valle.

- b. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;*

L'intervento si sviluppa a lato della rete viabilità comunale esistente e non prevede l'attraversamento di versanti che si trovino allo stato naturale. Pertanto le opere previste non peggiorano le condizioni di equilibrio statico dei versanti.

- c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;*
- d. non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invaso delle aree interessate;*

La rete del gas si sviluppa interrata ad una profondità dell'ordine dei 100 cm. Con queste caratteristiche non sono previste opere o impianti fuori terra che possano costituire nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o alla capacità di invaso.

- e. limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;*

Si prevede di ripristinare le sezioni di posa delle condotte con alla base un letto di sabbia lavata e superiormente con materiale arido di idonea pezzatura al fine di limitare l'impermeabilizzazione dei suoli ma allo stesso tempo garantire la tenuta della sezione ripristinata ricreando le condizioni originarie del terreno.

I lavori di scavo a sezione obbligata in corrispondenza dei tratti a pericolosità idraulica e nei periodi di maggiore precipitazione meteorica, saranno limitati a piccoli tratti rapidamente ripristinati al fine di impedire lo scorrimento delle acque all'interno delle trincee e impedire fenomeni erosivi sulle strutture adiacenti.

- f. favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;*

L'opera, essendo interamente interrata non comporta modificazioni all'assetto morfologico e topografico del settore in esame, pertanto non verranno create nuove aree esondabili o nuove aree permeabili.

g. salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;

La realizzazione degli interventi non prevede interazioni dirette con corsi d'acqua che possano interferire con la naturalità e la biodiversità degli stessi. Gli attraversamenti sono previsti in subalveo e pertanto prevedono il ripristino delle condizioni precedenti all'intervento. Tutti gli attraversamenti presenti in aree soggette a pericolosità e rischio idraulico verranno interrati e/o realizzati in subalveo con posa in trincea e in nessun caso dovranno attraversare le luci costituendo ostacolo al deflusso dell'acqua.

h. non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;

La opere essendo completamente interrate non costituiscono nuovi ostacoli agli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile. In fase di realizzazione dei lavori i cantieri saranno realizzati in aree non popolate e rispetteranno i criteri di pianificazione della protezione civile.

i. adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;

j. non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;

L'intervento previsto non incrementa le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana in quanto interamente interrato.

k. assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;

l. garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;

m. garantire coerenza con i piani di protezione civile.

L'intervento in oggetto può essere considerato pienamente ammissibile e compatibile con quanto prescritto dalle Norme di Attuazione, in quanto lo stato dei luoghi verrà ripristinato a regola d'arte senza peggiorare in alcun modo le condizioni di funzionalità del regime idraulico.

In riferimento all'Art. 23 comma 10 delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

I singoli interventi consentiti dai successivi articoli 27, 28, 29, 31, 32 e 33 non possono comportare aumenti di superfici o volumi utili entro e fuori terra ovvero incrementi del carico insediativo che non siano espressamente previsti o non siano direttamente e logicamente connaturati alla tipologia degli interventi ammissibili nelle aree rispettivamente disciplinate e non possono incrementare in modo significativo le zone impermeabili esistenti se non stabilendo idonee misure di mitigazione e compensazione.

L'intervento in oggetto può essere considerato pienamente ammissibile e compatibile con quanto prescritto dalle Norme di Attuazione, in quanto non comporterà nessun aumento di volume fuori terra e nessun carico insediativo.

In riferimento all'Art. 34 comma delle Norme di attuazione del P.A.I. che recita come segue:

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, nelle aree di pericolosità moderata da frana compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione.

L'intervento in oggetto è configurabile come opere ed infrastrutture a rete e ricade all'interno di aree soggette a pericolosità geomorfologica moderata Hg1. L'opera prevista non peggiora le condizioni di equilibrio statico dei versanti di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili; e non causa l'aumento del rischio di frana in quanto essendo interamente interrata non prevedendo movimenti di terra permanenti che possano apportare variazioni alla situazione attuale.

9.4 Sovrapposizione del P.A.I. con gli interventi in progetto

La rete interrata prevista in progetto è stata sovrapposta alla perimetrazione dello “Studio di maggior dettaglio ai sensi dell’art. 8 comma 2 delle NTA del PAI del territorio extraurbano del Comune di Olbia”.

Le macro-aree in cui l’opera è inserita sono la 6.MM – Murta Maria e la 5.PB – Padrongiano.

La macro area 6.MM comprende il territorio a SE del bacino del Padrongiano ed include la frazione di Murta Maria e Porto Istana fino a Porto Spurlatto al confine con il Comune di Loiri Porto San Paolo.

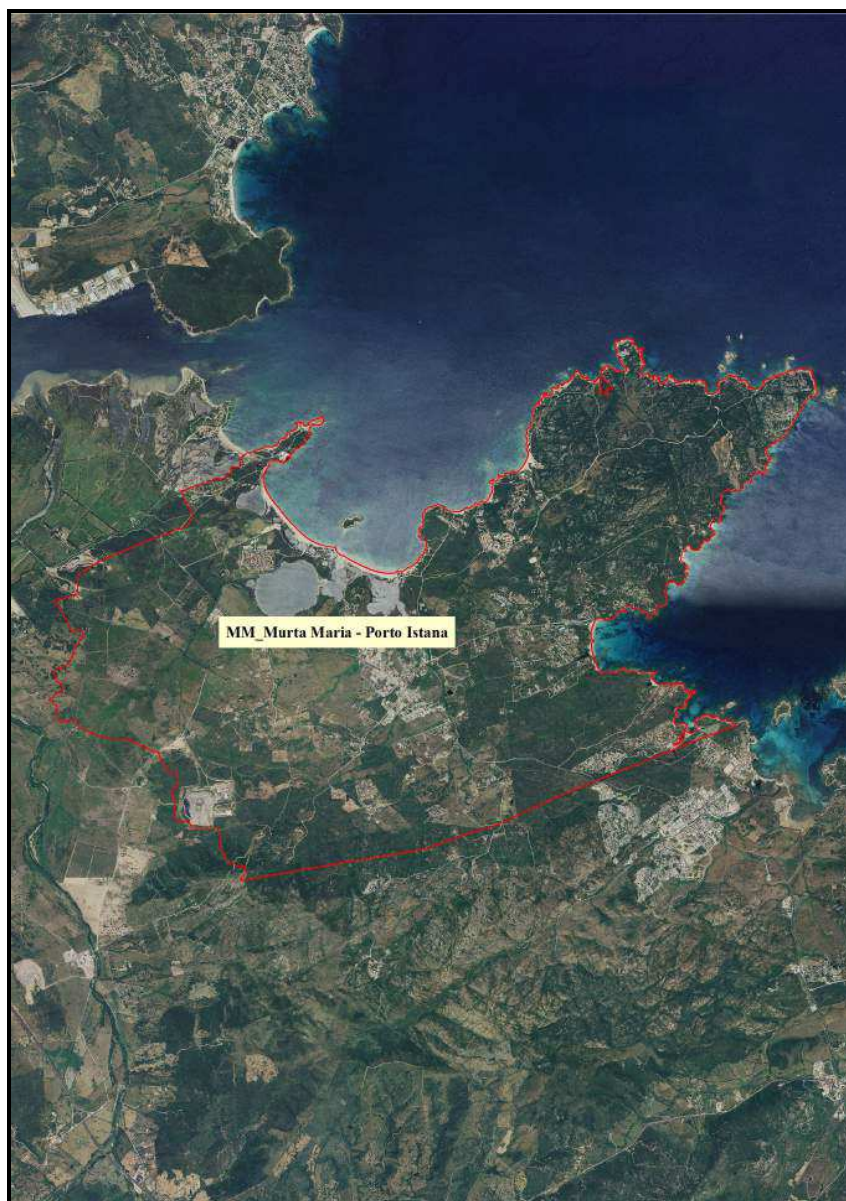


Figura 40 – Rappresentazione della macroarea MM su base ortofoto (Fonte: Studio di maggior dettaglio ai sensi dell’art8c2 delle NTAdel PAI del territorio extraurbano di Olbia).

La macro area 5.PB comprende il bacino del Padrogiano e si sviluppa in parte anche nell'isola amministrativa.



Figura 41 - Rappresentazione della macroarea PB su base ortofoto (Fonte: Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'art8c2 delle NTAdel PAI del territorio extraurbano di Olbia).

Il percorso dell'opera a rete prevista in progetto prevede un primo settore extraurbano (settore sud), un secondo settore urbano (settore centrale) e un terzo settore in area industriale (settore Nord).

Il primo settore (settore sud) riprende gli interventi previsti per il lotto 1 e si sviluppa a lato delle viabilità esistenti.

In tale area è previsto l'attraversamento del Fiume Padrongiano con tecnologia T.O.C., come descritto nei paragrafi precedenti, che prevede un estradosso minimo di 2.00 dalla generatrice superiore della condotta di progetto.

Si è provveduto pertanto a sovrapporre l'opera a rete con la perimetrazione P.S.F.F. vigente al fine di verificare i battenti idrici e le velocità in corrispondenza degli interventi previsti.

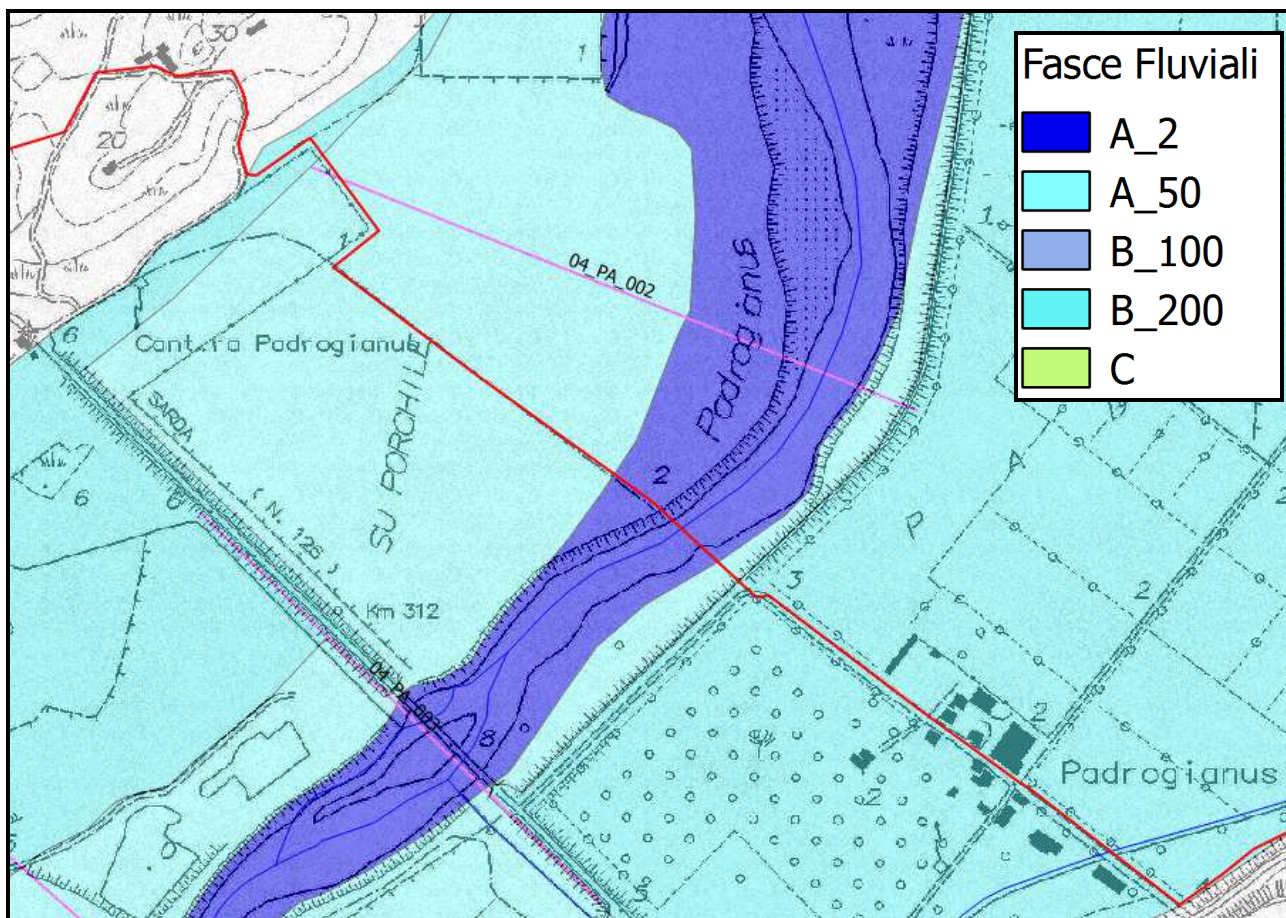


Figura 42 – Sovrapposizione delle opera in progetto (in rosso), con le sezioni del P.S.F.F. (in magenta).

I dati sono stati ricavati dalla Relazione Monografica di Bacino Idrografico del Fiume Padrongiano (appartenente al sub bacino 04 – Liscia).

Le sezioni entro le quali è compreso il tratto di rete in esame sono le 04_PA_002 e 04_PA_003.

Dalla Relazione Monografica è stato possibile identificare il tratto di appartenenza:

...[...Tratto tra confluenza rio su Piricone e foce (sez. PA 006 – PA 001)

A valle della confluenza del rio su Piricone, il corpo idrico principale entra nel tratto focivo, caratterizzato storicamente da un ampio delta completamente riattivabile in occasione di eventi estremi, nonostante le opere di regimazione eseguite nel corso degli anni; in particolare il rilevato arginale, presente in sponda destra a valle del ponte della S.S. 125, è inadeguato al contenimento dei livelli per eventi con TR superiori a 50 anni, le aree retrostanti sono inondate con tiranti fino a 2 m coinvolgendo alcuni insediamenti isolati.

A monte del ponte della S.S. 125, la netta contrazione della sezione di deflusso, dovuta al manufatto, favorisce l'inondazione (già per la fascia A_50) dell'area di cava in destra e determina l'inondazione, in occasione di eventi estremi di parte dell'area aeroportuale...].

Di seguito si riporta la tabella delle sezioni di calcolo con evidenziate quelle in cui è compresa l'opera a rete:

ID Sezione	Progressiva [m]	ID Sezione	Progressiva [m]
1	83,70	20	8615,78
2	729,29	21	9374,49
3	1290,53	22	9767,87
4	1679,55	23	10324,96
5	1995,23	24	10832,78
6	2670,22	25	11320,87
7	2859,88	26	11724,93
8	3207,30	27	12277,27
9	3650,66	28	12802,85
10	4077,31	29	13361,35
11	4616,58	30	13855,69
12	5024,45	31	14319,35
13	5477,23	32	14856,12
14	6007,59	33	15546,14
15	6438,60	34	15999,48
16	7143,24	35	16463,90
17	7875,90	36	16888,23
18	8250,01	37	17056,99
19	8521,76	38	17877,02

Tabella 3 – Elenco delle sezioni di calcolo (Fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso: le sezioni in cui è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Di seguito si riportano i valori tabellari delle grandezze idrauliche dei profili di piena ai differenti tempi di ritorno. In evidenza le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Fiume Padrogiano: T=50 anni - "argini tracimabili"										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m³/s]	Fondo alveo [m s.m.]	h	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m²]	b [m]	Fr [-]
9	3650,66	1180	-1,16	8,23	9,39	8,47	2,44	632,46	332,82	0,33
8	3207,29	1180	-0,92	7,84	8,76	8,03	2,00	782,86	461,04	0,28
7	2859,88	1690	-1,27	7,45	8,72	7,68	2,25	870,87	298,52	0,30
6	2670,22	1690	-0,30	7,26	7,56	7,38	1,71	1239,23	469,63	0,23
5	1995,23	1690	-2,62	6,12	8,74	6,31	2,28	997,76	496,11	0,32
4	1679,55	1690	-1,78	5,93	7,71	5,97	1,25	1861,61	635,16	0,17
3.5	1303,53	1690	-2,96	5,54	8,50	5,65	1,71	1392,87	1023,35	0,25
3.4	1294,53	1690	-2,96	5,51	8,47	5,63	1,74	1366,64	1022,94	0,25
3.3	1290,53	Bridge								
3.2	1286,53	1690	-2,96	5,25	8,21	5,52	2,37	805,14	479,26	0,36
3.1	1267,53	1690	-2,96	5,11	8,07	5,42	2,51	738,34	448,64	0,39
2.9	1167,53	1690	-2,96	4,78	7,74	4,95	1,93	958,01	394,04	0,31
2	729,29	1690	-1,39	2,82	4,21	2,93	1,41	1145,72	1172,38	0,36
1	83,71	1690	-1,67	1,80	3,47	1,84	1,30	2090,49	1714,84	0,31
0	-602,05	1690	-5,00	1,80	6,80	1,82	0,62	2720,04	400,00	0,08

Tabella 4 – Grandezze idrauliche del profilo di piena del Fiume Padrogiano per T=50 anni (scenario argini non tracimabili – fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Fiume Padrogiano: T=100 anni - "argini tracimabili"										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m³/s]	Fondo alveo [m s.m.]	h	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m²]	b [m]	Fr [-]
9	3650,66	1440	-1,16	8,68	9,84	8,90	2,43	794,63	392,19	0,31
8	3207,29	1440	-0,92	8,27	9,19	8,47	2,12	1014,69	613,47	0,28
7	2859,88	2060	-1,27	7,81	9,08	8,09	2,48	986,71	332,23	0,32
6	2670,22	2060	-0,30	7,63	7,93	7,76	1,82	1414,26	481,24	0,24
5	1995,23	2060	-2,62	6,47	9,09	6,68	2,39	1178,79	516,59	0,33
4	1679,55	2060	-1,78	6,27	8,05	6,33	1,34	2086,10	651,08	0,17
3.5	1303,53	2060	-2,96	5,94	8,90	6,02	1,58	1801,15	1029,62	0,22
3.4	1294,53	2060	-2,96	5,92	8,88	6,01	1,60	1782,53	1029,34	0,22
3.3	1290,53	Bridge								
3.2	1286,53	2060	-2,96	5,53	8,49	5,83	2,54	944,86	514,64	0,37
3.1	1267,53	2060	-2,96	5,35	8,31	5,71	2,76	855,20	492,23	0,41
2.9	1167,53	2060	-2,96	4,94	7,90	5,16	2,20	1022,96	409,12	0,34
2	729,29	2060	-1,39	3,06	4,45	3,16	1,32	1427,83	1206,51	0,31
1	83,71	2060	-1,67	1,80	3,47	1,87	1,59	2091,07	1714,88	0,38
0	-602,05	2060	-5,00	1,80	6,80	1,83	0,76	2720,04	400,00	0,09

Tabella 5 - Grandezze idrauliche del profilo di piena del Fiume Padrogiano per T=100 anni (scenario argini non tracimabili – fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Fiume Padrogiano: T=200 anni - "argini tracimabili"										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m³/s]	Fondo alveo [m s.m.]	h [m s.m.]	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m²]	b [m]	Fr [-]
9	3650,66	1700	-1,16	9,04	10,20	9,25	2,44	940,18	413,21	0,31
8	3207,29	1700	-0,92	8,65	9,57	8,83	2,15	1248,70	627,40	0,28
7	2859,88	2420	-1,27	8,13	9,40	8,44	2,69	1097,98	371,67	0,34
6	2670,22	2420	-0,30	7,95	8,25	8,09	1,92	1569,95	494,26	0,25
5	1995,23	2420	-2,62	6,80	9,42	7,00	2,46	1347,83	532,90	0,33
4	1679,55	2420	-1,78	6,59	8,37	6,65	1,39	2294,54	651,08	0,18
3.5	1303,53	2420	-2,96	6,28	9,24	6,36	1,54	2227,79	1321,14	0,21
3.4	1294,53	2420	-2,96	6,27	9,23	6,35	1,56	2207,45	1321,11	0,21
3.3	1290,53	Bridge								
3.2	1286,53	2420	-2,96	5,77	8,73	6,08	2,66	1072,76	545,01	0,38
3.1	1267,53	2420	-2,96	5,58	8,54	5,96	2,92	968,44	520,37	0,43
2.9	1167,53	2420	-2,96	5,09	8,05	5,35	2,44	1082,61	422,51	0,38
2	729,29	2420	-1,39	3,26	4,65	3,37	1,29	1676,27	1235,78	0,29
1	83,71	2420	-1,67	1,80	3,47	1,89	1,86	2091,92	1714,93	0,44
0	-602,05	2420	-5,00	1,80	6,80	1,84	0,89	2720,04	400,00	0,11

Tabella 6 - Grandezze idrauliche del profilo di piena del Fiume Padrogiano per T=200 anni (scenario argini non tracimabili - fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Fiume Padrogiano: T=500 anni - "argini tracimabili"										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m³/s]	Fondo alveo [m s.m.]	h [m s.m.]	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m²]	b [m]	Fr [-]
9	3650,66	2030	-1,16	9,45	10,61	9,65	2,39	1112,17	414,02	0,29
8	3207,29	2030	-0,92	9,09	10,01	9,27	2,16	1533,24	640,92	0,27
7	2859,88	2900	-1,27	8,52	9,79	8,88	2,89	1253,27	412,36	0,35
6	2670,22	2900	-0,30	8,34	8,64	8,50	2,05	1772,09	531,55	0,26
5	1995,23	2900	-2,62	7,19	9,81	7,41	2,54	1564,44	553,23	0,33
4	1679,55	2900	-1,78	6,99	8,77	7,06	1,46	2553,50	651,08	0,18
3.5	1303,53	2900	-2,96	6,74	9,70	6,80	1,39	2828,54	1322,27	0,18
3.4	1294,53	2900	-2,96	6,73	9,69	6,79	1,39	2814,66	1322,24	0,18
3.3	1290,53	Bridge								
3.2	1286,53	2900	-2,96	6,06	9,02	6,39	2,80	1233,41	580,92	0,39
3.1	1267,53	2900	-2,96	5,85	8,81	6,26	3,08	1115,70	554,84	0,44
2.9	1167,53	2900	-2,96	5,26	8,22	5,59	2,74	1157,17	438,67	0,41
2	729,29	2900	-1,39	3,50	4,89	3,62	1,27	1982,11	1275,87	0,27
1	83,71	2900	-1,67	1,80	3,47	1,93	2,23	2092,58	1714,96	0,53
0	-602,05	2900	-5,00	1,80	6,80	1,86	1,07	2720,04	400,00	0,13

Tabella 7 - Grandezze idrauliche del profilo di piena del Fiume Padrogiano per T=500 anni (scenario argini non tracimabili - fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Riassumendo si evince che il tratto di opera a rete in esame, interrato ad una profondità minima di -2.00 m (dal fondo dell'alveo), è posto in opera con tecnologia T.O.C., ricade in un'area perimetrata dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali caratterizzata dalle seguenti grandezze idrauliche principali ai differenti tempi di ritorno:

Tr= 50 anni	h (m s.l.m.)	v (m/s)
Sezione di valle	2.82	1.41
Sezione di monte	4.78	1.93
Tr= 100 anni	h (m s.l.m.)	v (m/s)
Sezione di valle	3.06	1.32
Sezione di monte	4.94	2.20
Tr= 200 anni	h (m s.l.m.)	v (m/s)
Sezione di valle	3.26	1.29
Sezione di monte	5.09	2.44
Tr= 500 anni	h (m s.l.m.)	v (m/s)
Sezione di valle	3.50	1.27
Sezione di monte	5.26	2.74

Tabella 8 – Riepilogo delle altezze d'acqua e delle velocità delle sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete interrato.

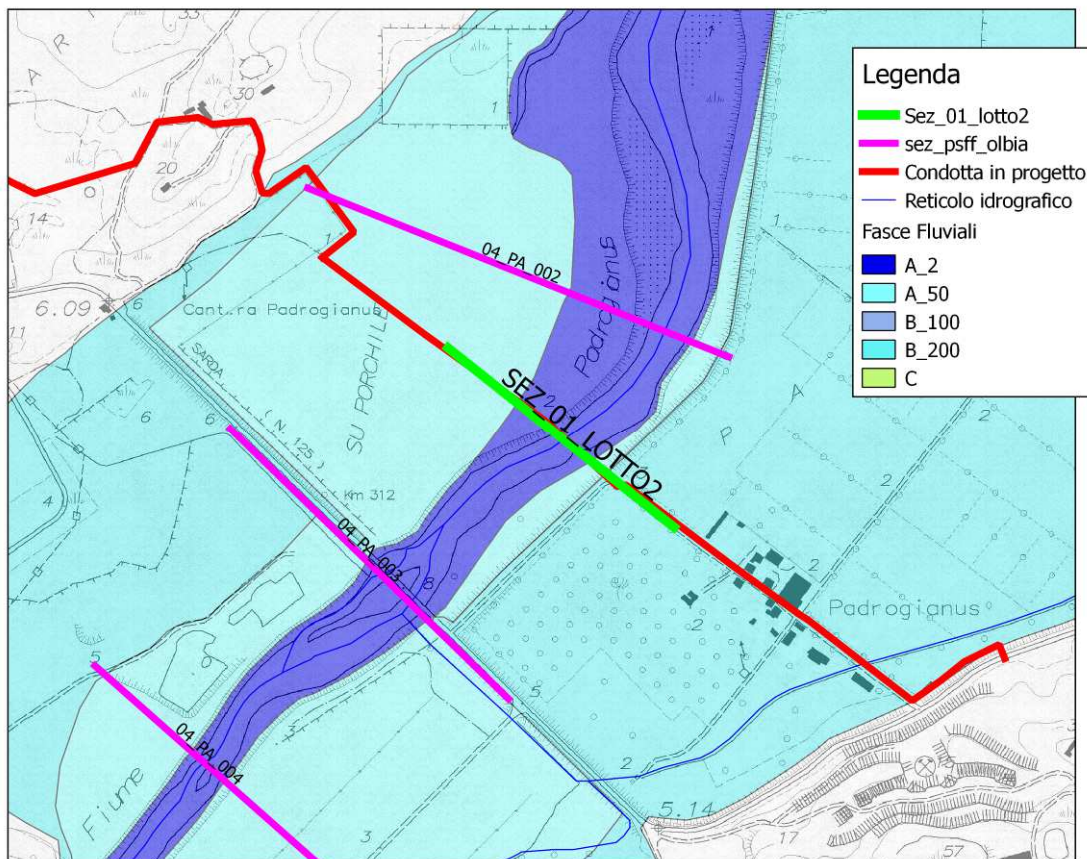


Figura 43 – Sovrapposizione delle opera a rete in progetto (in rosso), con le sezioni del P.S.F.F. (in magenta) e con la sezione elaborata per la verifica delle altezze d'acqua (Sez_01_lotto2, in verde).

Dall'interpolazione delle sezioni 2 e 2.9 del P.S.F.F. è possibile stimare inoltre la quota di fondo alveo in corrispondenza del tratto di rete in esame. Tale quota è pari a -2.18 m s.l.m.

In corrispondenza del fondo dell'alveo la condotta in progetto sarà caratterizzata da una quota minima della generatrice superiore della condotta pari a -4.18 m s.l.m.

Interpolando le altezze d'acqua delle sezioni di valle e di monte rispetto all'opera a rete ai differenti tempi di ritorno è possibile stimare le altezze in corrispondenza dell'opera in progetto (Sez_01_lotto2):

Sez_01_lotto 2	h (m s.l.m.)
Tr = 50	3.55
Tr = 100	4.01
Tr = 200	4.19
Tr = 500	4.39

Le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete sono caratterizzate da velocità riferite alle sezioni del P.S.F.F. di riferimento sono comprese tra gli 1.26 m/s (rif. sez. 2 del PSFF per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni) e i 2.44 m/s (rif. sez. 2.9 del PSFF per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni). Si tratta di velocità modeste non in grado di compromettere le opere realizzate con tecnologia T.O.C. e ubicate ad una profondità minima di -2.00 m dal fondo dell'alveo del Fiume Padrongiano.

Viene riportata di seguito la sezione elaborata dal modello digitale DTM con passo 1 m, dove è rappresentata la sezione del tratto di condotta che attraversa il Fiume Paringiano con indicate le altezze d'acqua ai differenti tempi di ritorno.

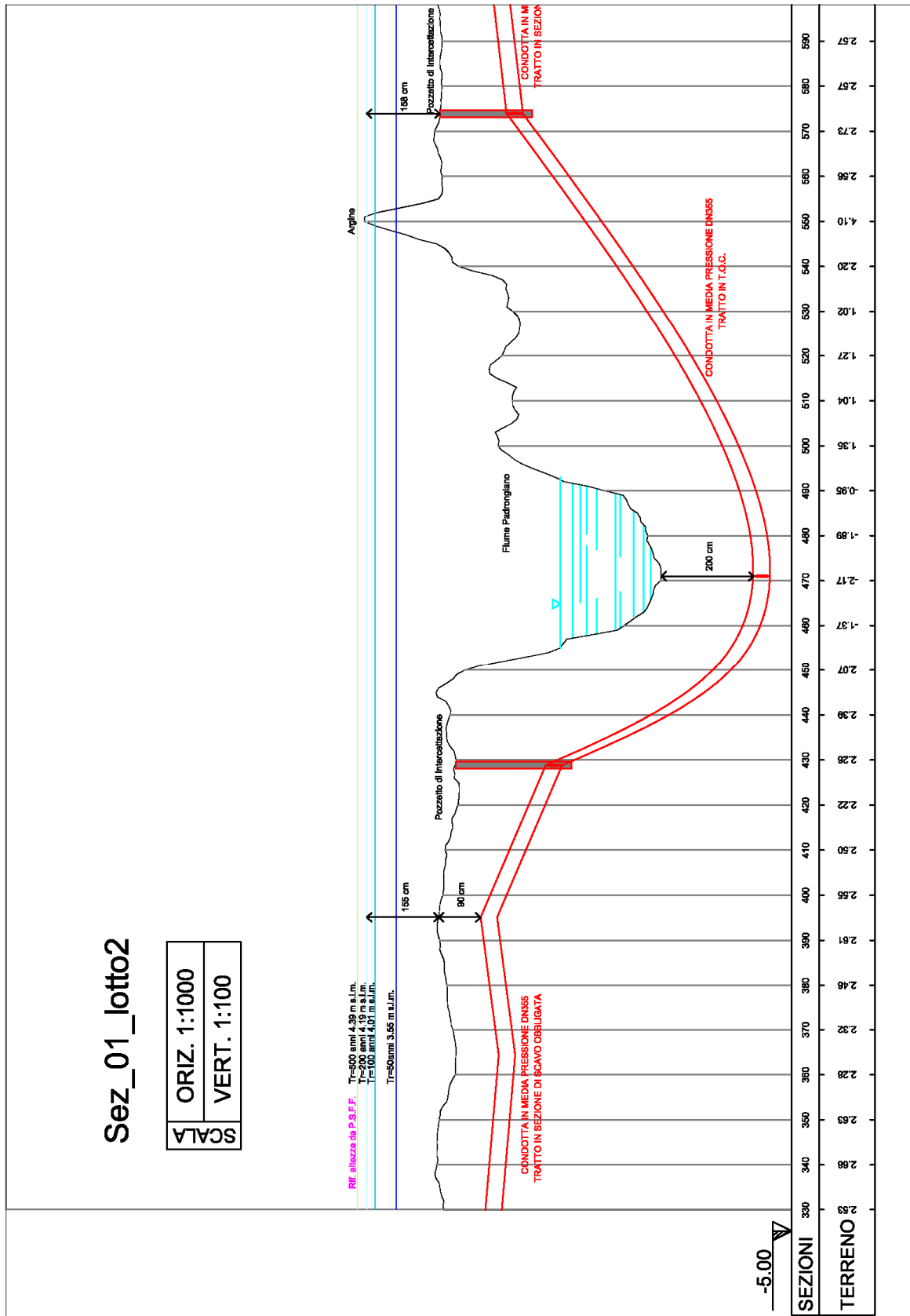


Figura 44 – Sezione “Sez_01_lotto2”. Stralcio della sezione dell’attraversamento del Fiume Paringiano.

Il secondo settore (settore centrale urbano), attraversa il centro abitato di Olbia in direzione N-S.

In tale area sono previsti gli attraversamenti con tecnologia T.O.C. descritti nei paragrafi precedenti che prevedono un estradosso minimo di 2.00 dalla generatrice superiore della condotta di progetto (Canale Zozzò e Rio San Nicola).

Si è provveduto pertanto a sovrapporre l'opera a rete con la perimetrazione P.S.F.F. vigente al fine di verificare i battenti idrici e le velocità in corrispondenza degli interventi previsti.

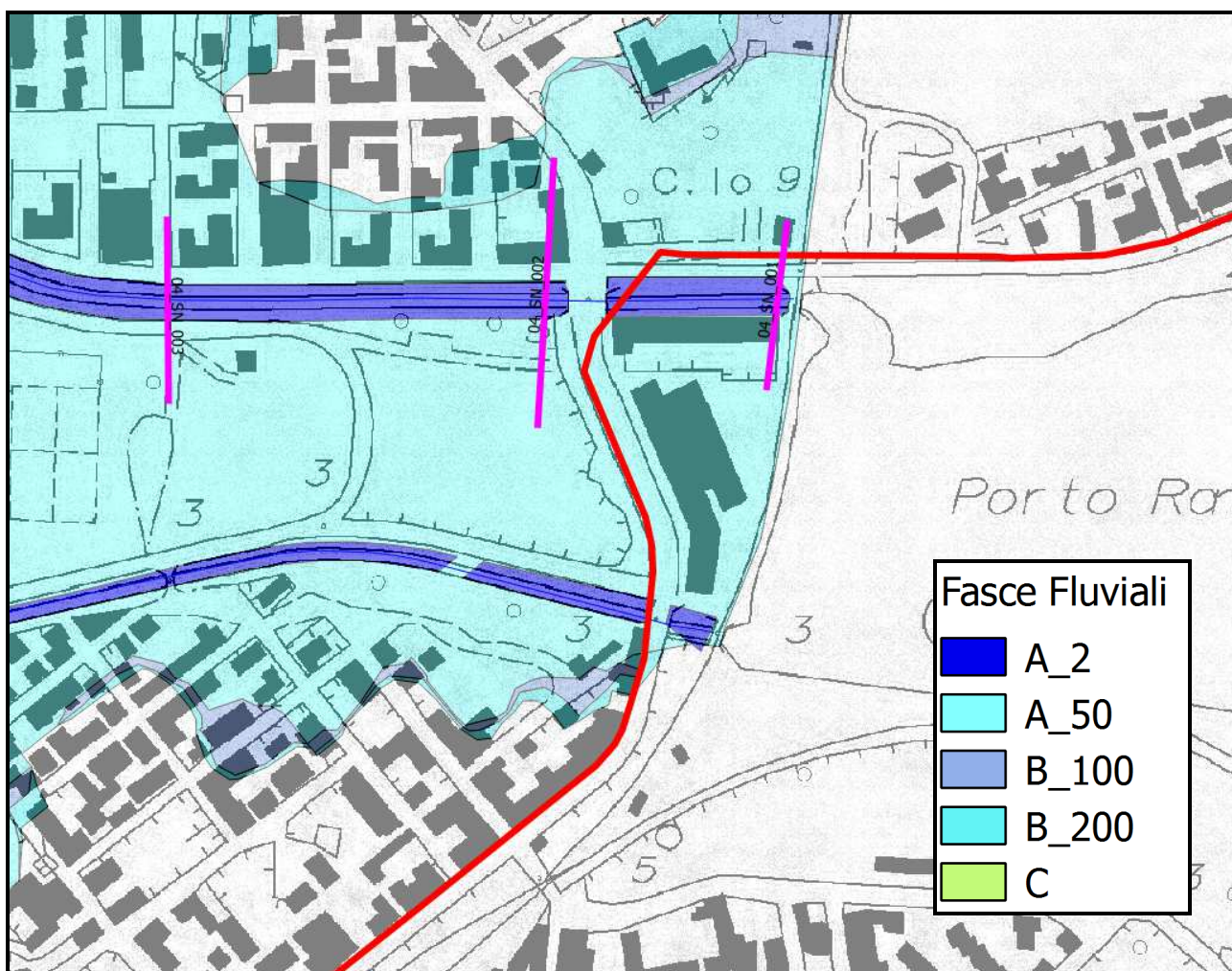


Figura 45 – Sovrapposizione delle opera in progetto (in rosso), con le sezioni del P.S.F.F. (in Magenta)

I dati sono stati ricavati dalla Relazione Monografica di Bacino Idrografico Minori tra il Liscia e il Padrongiano (appartenente al sub bacino 04 – Liscia).

Come riportato nella Relazione Monografica del P.S.F.F., il rio de San Nicola è un modesto corso d'acqua che drena il versante meridionale del monte Plebi, un rilievo di 473 m di altitudine che domina da Nord la rada del Porto di Olbia. Tale monte, modellato sui classici granitoidi che costituiscono il basamento Ercinico gallurese, fa parte della catena montuosa che costituisce il

prolungamento verso Nord-Est del gruppo del monte Limbara. I versanti del monte Plebi verso il mare si raccordano con la piana costiera su cui è edificata la città di Olbia. Tale piana è in realtà una superficie di spianamento del substrato granitico su cui sono presenti lembi discontinui di depositi continentali relativamente recenti, costituiti per lo più da depositi alluvionali. Nel tratto montano il reticolo idrografico corre lungo incisioni vallive scavate nel substrato roccioso che, nel tratto pedemontano di raccordo con la piana costiera, si fanno meno definite a formare una serie di conoidi interdigitate, su cui in passato probabilmente vi sono stati frequenti casi di diversione degli alvei.

Il riu de San Nicola presenta pertanto un primo tratto con valle di tipo montano scavata tra versanti rocciosi; quindi nei pressi della località stazzo Pinnacula entra nella fascia pedemontana e segue una valle terrazzata che sbocca nella piana costiera nelle vicinanze della Torre sa Istrana; qui ha inizio una sorta di conoide alluvionale di cui il riu de San Nicola percorre i margini settentrionali, per giungere infine alle porte di Olbia da dove, con percorso rettificato e artificiale, il corso d'acqua attraversa una vecchia area palustre, ora edificata, per giungere infine in mare in corrispondenza del Porto Romano.

Le sezioni entro le quali è compreso il tratto di rete in esame sono le 04_SN_001 e 04_SN_002. L'ID della sezione di riferimento, ubicata in corrispondenza dell'attraversamento del Riu de San Nicola, può essere considerata la 2.1.

Di seguito si riporta la tabella delle sezioni di calcolo con evidenziate quelle in cui è compresa l'opera a rete:

ID Sezione	Progressiva [m]
1	13,68
2	152,44
3	377,87
4	567,75
5	684,93
6	1128,28
7	1588,16
8	2688,12
9	4095,71
10	4699,46
11	5343,47
12	5843,78

Tabella 9 – Elenco delle sezioni di calcolo (Fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso: le sezioni in cui è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Di seguito si riportano i valori tabellari delle grandezze idrauliche dei profili di piena ai differenti tempi di ritorno. In evidenza le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Riu de San Nicola: T = 50 anni										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m ³ /s]	Fondo alveo [m s.m.]	h [m s.m.]	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m ²]	b [m]	Fr [-]
12	5843.78	59	48.27	49.77	1.50	50.24	3.05	20.00	52.00	1.49
11	5343.47	61	39.96	41.87	1.91	42.84	4.37	14.00	9.00	1.13
10	4699.46	63	29.55	31.29	1.74	32.59	5.05	12.00	8.00	1.31
9	4095.71	72	24.32	26.72	2.40	27.05	2.52	29.00	44.00	0.99
8.5	2701.12	72	12.04	14.21	2.17	14.26	0.97	74.00	67.00	0.29
8.4	2695.12	72	12.04	14.20	2.16	14.25	0.98	73.00	67.00	0.30
8.3	2688.12	Bridge								
8.2	2681.12	72	12.04	14.16	2.12	14.21	1.02	71.00	67.00	0.32
8.1	2669.12	116	12.04	13.75	1.71	14.10	2.64	44.00	62.00	1.00
7.5	1599.16	116	4.60	8.10	3.69	8.19	1.39	89.00	75.00	0.27
7.4	1594.16	116	4.60	8.08	3.67	8.18	1.41	88.00	74.00	0.27
7.3	1588.16	Bridge								
7.2	1582.16	116	4.60	7.91	3.50	8.03	1.64	75.00	66.00	0.33
7.1	1572.16	124	4.60	7.82	3.41	7.98	1.90	69.00	62.00	0.39
6.5	1139.28	124	2.27	5.78	3.51	5.85	1.19	106.00	154.00	0.24
6.4	1134.28	124	2.27	5.75	3.48	5.83	1.26	101.00	151.00	0.25
6.3	1128.28	Bridge								
6.2	1122.28	124	2.27	5.35	3.08	5.58	2.22	60.00	88.00	0.48
6.1	1112.28	124	2.27	4.38	2.11	5.20	4.01	31.00	19.00	1.00
5	684.93	124	-0.06	2.50	2.62	2.51	0.32	290.00	521.00	0.08
4.5	582.75	124	-0.36	2.48	2.84	2.49	0.55	470.00	911.00	0.15
4.4	575.75	124	-0.36	2.48	2.84	2.49	0.55	470.00	910.00	0.15
4.3	567.75	Bridge								
4.2	559.75	124	-0.36	2.48	2.84	2.48	0.55	466.00	906.00	0.15
4.1	545.75	124	-0.36	2.48	2.84	2.48	0.55	465.00	904.00	0.15
3	377.87	124	-0.19	2.38	2.57	2.42	1.07	152.00	294.00	0.31
2.5	173.44	124	-0.58	2.17	2.75	2.21	0.39	172.00	348.00	0.12
2.4	163.44	124	-0.58	2.16	2.74	2.20	0.39	168.00	347.00	0.13
2.3	152.44	Bridge								
2.2	141.44	124	-0.58	2.14	2.72	2.18	0.40	162.00	346.00	0.13
2.1	121.44	124	-0.58	2.12	2.70	2.16	0.42	153.00	343.00	0.14
1.5	20.68	124	-0.76	2.02	2.78	2.06	1.07	180.00	491.00	0.28
1.4	17.68	124	-0.76	2.01	2.77	2.06	1.08	179.00	491.00	0.29
1.3	13.68	Bridge								
1.2	9.68	124	-0.76	1.56	2.32	1.95	2.03	51.00	58.00	0.65
1.1	3.68	124	-0.76	1.32	2.08	1.91	2.58	38.00	42.00	0.96
0	3.37	124	-1.00	1.00	2.00	1.08	1.24	100.00	50.00	0.28

Tabella 10 – Grandezze idrauliche del profilo di piena del Riu de San Nicola per T=50 anni (scenario argini non tracimabili – fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Riu de San Nicola: T = 100 anni										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m³/s]	Fondo alveo [m s.m.]	h [m s.m.]	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m²]	b [m]	Fr [-]
12	5843.78	74	48.27	49.87	1.60	50.34	3.09	25.00	55.00	1.37
11	5343.47	76	39.96	42.10	2.14	42.97	4.14	18.00	27.00	1.59
10	4699.46	79	29.55	31.56	2.01	32.97	5.28	15.00	25.00	2.16
9	4095.71	89	24.32	26.84	2.52	27.19	2.61	34.00	49.00	1.00
8.5	2701.12	89	12.04	14.37	2.33	14.42	1.05	85.00	69.00	0.30
8.4	2695.12	89	12.04	14.35	2.31	14.41	1.06	84.00	69.00	0.31
8.3	2688.12	Bridge								
8.2	2681.12	89	12.04	14.31	2.27	14.37	1.10	81.00	69.00	0.32
8.1	2669.12	143	12.04	13.94	1.90	14.27	2.55	56.00	64.00	0.87
7.5	1599.16	143	4.60	8.24	3.83	8.35	1.54	99.00	80.00	0.29
7.4	1594.16	143	4.60	8.22	3.81	8.33	1.56	98.00	79.00	0.30
7.3	1588.16	Bridge								
7.2	1582.16	143	4.60	7.99	3.59	8.16	1.87	81.00	70.00	0.37
7.1	1572.16	151	4.60	7.87	3.46	8.09	2.20	73.00	64.00	0.45
6.5	1139.28	151	2.27	5.95	3.68	6.02	1.08	133.00	164.00	0.21
6.4	1134.28	151	2.27	5.93	3.66	6.00	1.12	130.00	163.00	0.22
6.3	1128.28	Bridge								
6.2	1122.28	151	2.27	5.68	3.41	5.81	1.63	94.00	120.00	0.33
6.1	1112.28	151	2.27	4.62	2.35	5.55	4.27	35.00	19.00	1.00
5	684.93	151	-0.06	2.62	2.74	2.63	0.31	356.00	559.00	0.07
4.5	582.75	151	-0.36	2.61	2.97	2.61	0.54	588.00	952.00	0.14
4.4	575.75	151	-0.36	2.61	2.97	2.61	0.54	587.00	952.00	0.14
4.3	567.75	Bridge								
4.2	559.75	151	-0.36	2.60	2.96	2.61	0.54	584.00	951.00	0.14
4.1	545.75	151	-0.36	2.60	2.96	2.61	0.54	583.00	951.00	0.14
3	377.87	151	-0.19	2.51	2.70	2.55	1.04	196.00	356.00	0.29
2.5	173.44	151	-0.58	2.36	2.94	2.39	0.35	238.00	353.00	0.10
2.4	163.44	151	-0.58	2.35	2.93	2.38	0.35	235.00	352.00	0.10
2.3	152.44	Bridge								
2.2	141.44	151	-0.58	2.34	2.92	2.36	0.36	229.00	352.00	0.11
2.1	121.44	151	-0.58	2.32	2.90	2.35	0.37	223.00	351.00	0.11
1.5	20.68	151	-0.76	1.70	2.46	2.16	2.20	59.00	67.00	0.67
1.4	17.68	151	-0.76	1.56	2.32	2.15	2.47	50.00	58.00	0.80
1.3	13.68	Bridge								
1.2	9.68	151	-0.76	1.54	2.30	2.14	2.52	49.00	56.00	0.82
1.1	3.68	151	-0.76	1.54	2.30	2.14	2.51	49.00	57.00	0.82
0	3.37	151	-1.00	1.00	2.00	1.12	1.51	100.00	50.00	0.34

Tabella 11 - Grandezze idrauliche del profilo di piena del del Riu de San Nicola per T=100 anni (scenario argini non trascinabili – fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Riu de San Nicola: T = 200 anni										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m ³ /s]	Fondo alveo [m s.m.]	h [m s.m.]	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m ²]	b [m]	Fr [-]
12	5843.78	90	48.27	49.95	1.68	50.45	3.17	30.00	58.00	1.30
11	5343.47	92	39.96	42.28	2.32	43.06	3.91	24.00	29.00	1.39
10	4699.46	95	29.55	31.73	2.18	32.95	4.89	19.00	27.00	1.84
9	4095.71	107	24.32	26.95	2.63	27.32	2.70	40.00	54.00	1.01
8.5	2701.12	107	12.04	14.53	2.49	14.59	1.12	96.00	71.00	0.31
8.4	2695.12	107	12.04	14.51	2.47	14.58	1.13	95.00	71.00	0.31
8.3	2688.12	Bridge								
8.2	2681.12	107	12.04	14.47	2.43	14.54	1.16	92.00	70.00	0.32
8.1	2669.12	171	12.04	14.13	2.09	14.44	2.49	69.00	66.00	0.78
7.5	1599.16	171	4.60	8.36	3.96	8.50	1.67	110.00	85.00	0.31
7.4	1594.16	171	4.60	8.34	3.94	8.48	1.70	108.00	84.00	0.32
7.3	1588.16	Bridge								
7.2	1582.16	171	4.60	8.08	3.67	8.28	2.08	87.00	74.00	0.41
7.1	1572.16	179	4.60	7.91	3.50	8.20	2.53	75.00	66.00	0.51
6.5	1139.28	179	2.27	6.11	3.84	6.18	1.01	160.00	172.00	0.19
6.4	1134.28	179	2.27	6.09	3.82	6.17	1.03	157.00	171.00	0.19
6.3	1128.28	Bridge								
6.2	1122.28	179	2.27	5.98	3.71	6.07	1.18	141.00	165.00	0.23
6.1	1112.28	179	2.27	4.85	2.58	5.88	4.49	40.00	19.00	1.00
5	684.93	179	-0.06	2.67	2.79	2.68	0.33	386.00	589.00	0.08
4.5	582.75	179	-0.36	2.66	3.02	2.66	0.58	637.00	956.00	0.15
4.4	575.75	179	-0.36	2.66	3.02	2.66	0.58	637.00	956.00	0.15
4.3	567.75	Bridge								
4.2	559.75	179	-0.36	2.65	3.01	2.66	0.58	634.00	955.00	0.15
4.1	545.75	179	-0.36	2.65	3.01	2.66	0.58	632.00	955.00	0.15
3	377.87	179	-0.19	2.55	2.74	2.60	1.16	208.00	360.00	0.32
2.5	173.44	179	-0.58	2.32	2.90	2.36	0.44	223.00	351.00	0.13
2.4	163.44	179	-0.58	2.30	2.88	2.35	0.45	218.00	351.00	0.13
2.3	152.44	Bridge								
2.2	141.44	179	-0.58	2.29	2.87	2.34	0.46	214.00	350.00	0.14
2.1	121.44	179	-0.58	2.26	2.84	2.31	0.48	203.00	350.00	0.15
1.5	20.68	179	-0.76	2.16	2.92	2.20	1.13	253.00	513.00	0.29
1.4	17.68	179	-0.76	2.16	2.92	2.20	1.14	251.00	512.00	0.29
1.3	13.68	Bridge								
1.2	9.68	179	-0.76	2.03	2.79	2.11	1.51	185.00	493.00	0.40
1.1	3.68	179	-0.76	1.92	2.68	2.08	1.92	132.00	476.00	0.53
0	3.37	179	-1.00	1.00	2.00	1.16	1.79	100.00	50.00	0.40

Tabella 12 - Grandezze idrauliche del profilo di piena del del Riu de San Nicola per T=200 anni (scenario argini non traccimabili – fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Riu de San Nicola: T = 500 anni										
ID Sezione [-]	Progr. [m]	Q [m³/s]	Fondo alveo [m s.m.]	h [m s.m.]	y [m]	H [m s.m.]	v [m/s]	A [m²]	b [m]	Fr [-]
12	5843.78	113	48.27	50.06	1.79	50.59	3.30	39.00	87.00	1.25
11	5343.47	115	39.96	42.51	2.55	43.23	3.76	31.00	32.00	1.24
10	4699.46	117	29.55	31.92	2.37	33.04	4.69	25.00	30.00	1.64
9	4095.71	130	24.32	27.05	2.73	27.47	2.87	45.00	58.00	1.04
8.5	2701.12	130	12.04	14.75	2.71	14.82	1.16	112.00	73.00	0.30
8.4	2695.12	130	12.04	14.73	2.69	14.80	1.17	111.00	73.00	0.30
8.3	2688.12	Bridge								
8.2	2681.12	130	12.04	14.69	2.65	14.77	1.20	108.00	73.00	0.32
8.1	2669.12	208	12.04	14.39	2.35	14.69	2.41	86.00	69.00	0.69
7.5	1599.16	208	4.60	8.54	4.13	8.69	1.89	126.00	101.00	0.34
7.4	1594.16	208	4.60	8.51	4.10	8.67	1.90	123.00	97.00	0.34
7.3	1588.16	Bridge								
7.2	1582.16	208	4.60	8.29	3.88	8.51	2.15	103.00	81.00	0.40
7.1	1572.16	217	4.60	8.13	3.72	8.43	2.53	91.00	76.00	0.49
6.5	1139.28	217	2.27	6.17	3.90	6.26	1.12	171.00	175.00	0.21
6.4	1134.28	217	2.27	6.15	3.88	6.25	1.15	167.00	174.00	0.21
6.3	1128.28	Bridge								
6.2	1122.28	217	2.27	5.92	3.65	6.07	1.57	131.00	162.00	0.30
6.1	1112.28	217	2.27	5.57	3.30	5.93	2.75	82.00	107.00	0.57
5	684.93	217	-0.06	2.77	2.89	2.78	0.35	443.00	600.00	0.08
4.5	582.75	217	-0.36	2.75	3.11	2.76	0.59	730.00	962.00	0.15
4.4	575.75	217	-0.36	2.75	3.11	2.76	0.59	729.00	962.00	0.15
4.3	567.75	Bridge								
4.2	559.75	217	-0.36	2.75	3.11	2.76	0.59	726.00	962.00	0.15
4.1	545.75	217	-0.36	2.75	3.11	2.75	0.60	724.00	962.00	0.15
3	377.87	217	-0.19	2.64	2.83	2.69	1.20	242.00	364.00	0.31
2.5	173.44	217	-0.58	2.40	2.98	2.45	0.48	251.00	354.00	0.14
2.4	163.44	217	-0.58	2.38	2.96	2.43	0.49	246.00	354.00	0.14
2.3	152.44	Bridge								
2.2	141.44	217	-0.58	2.36	2.94	2.42	0.50	239.00	353.00	0.15
2.1	121.44	217	-0.58	2.33	2.91	2.39	0.53	227.00	352.00	0.15
1.5	20.68	217	-0.76	2.22	2.98	2.26	1.22	283.00	518.00	0.30
1.4	17.68	217	-0.76	2.21	2.97	2.26	1.23	280.00	518.00	0.31
1.3	13.68	Bridge								
1.2	9.68	217	-0.76	2.09	2.85	2.17	1.60	215.00	502.00	0.42
1.1	3.68	217	-0.76	1.96	2.72	2.14	2.11	153.00	483.00	0.57
0	3.37	217	-1.00	-0.34	0.66	1.89	6.62	33.00	50.00	2.61

Tabella 13 - Grandezze idrauliche del profilo di piena del del Riu de San Nicola per T=500 anni (scenario argini non tracimabili – fonte: Relazione Monografica del P.S.F.F.). In rosso le sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete in esame.

Riassumendo si evince che il tratto di opera a rete in esame, interrato ad una profondità minima di -2.00 m (dal fondo degli alvei), è posto in opera con tecnologia T.O.C., ricade in un'area perimetrata dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali caratterizzata dalle seguenti grandezze idrauliche principali ai differenti tempi di ritorno:

<i>Tr= 50 anni</i>	<i>h (m s.l.m.)</i>	<i>v (m/s)</i>
ID sez. 2.1 del P.S.F.F.	2.12	0.42
<i>Tr= 100 anni</i>	<i>h (m s.l.m.)</i>	<i>v (m/s)</i>
ID sez. 2.1 del P.S.F.F.	2.32	0.37
<i>Tr= 200 anni</i>	<i>h (m s.l.m.)</i>	<i>v (m/s)</i>
ID sez. 2.1 del P.S.F.F.	2.26	0.48
<i>Tr= 500 anni</i>	<i>h (m s.l.m.)</i>	<i>v (m/s)</i>
ID sez. 2.1 del P.S.F.F.	2.33	0.53

Tabella 14 – Riepilogo delle altezze d'acqua e delle velocità delle sezioni entro le quali è compreso il tratto di opera a rete interrato.

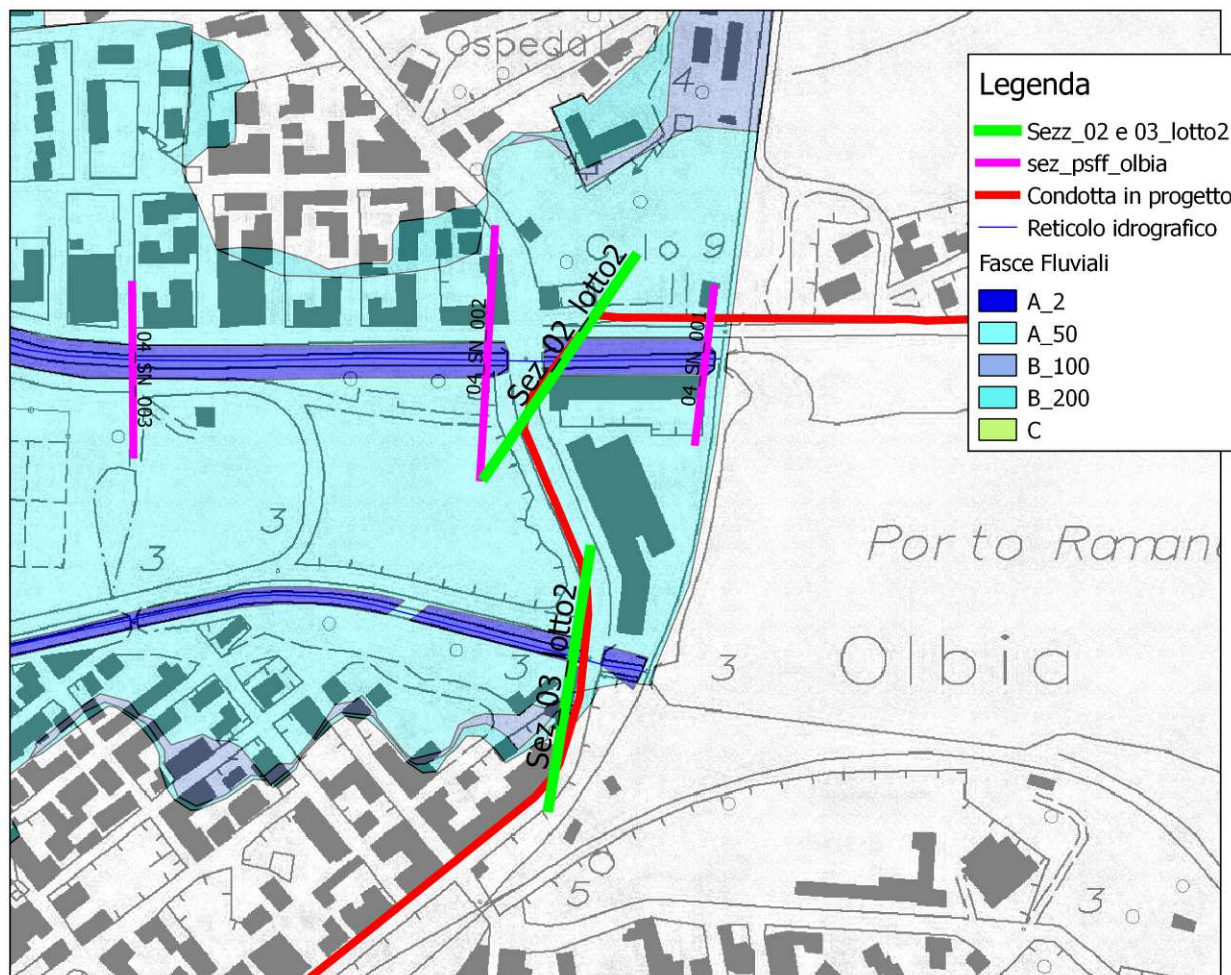


Figura 46 – Sovrapposizione delle opera a rete in progetto (in rosso), con le sezioni del P.S.F.F. (in magenta) e con le sezioni elaborate per la verifica delle altezze d'acqua (Sezz_02 e 03_lotto2, in verde).

In corrispondenza del fondo dell'alveo la condotta in progetto sarà caratterizzata da una quota minima della generatrice superiore della condotta dell'ordine dei -2.50 m s.l.m.

Per valutare le altezze d'acqua in corrispondenza dell'opera in progetto possono essere utilizzate quelle corrispondenti alla sezione 2.1 del P.S.F.F. relative al Riu de San Nicola (04_SN_002):

Sez_2.1 del P.S.F.F. (04_SN_002)	h (m s.l.m.)
Tr = 50	2.12
Tr = 100	2.32
Tr = 200	2.26
Tr = 500	2.33

Le velocità riferite alle sezioni del P.S.F.F. di riferimento sono dell'ordine dei 0.48 m/s (rif. sez. 2.1 del PSFF per tempi di ritorno dell'ordine dei 200 anni). Si tratta di velocità modeste non in grado di compromettere le opere realizzate con tecnologia T.O.C. e poste ad una profondità minima di 2.00 m dal fondo dell'alveo dei canali San Nicola e Zozzò.

Vengono riportate di seguito le sezioni elaborate dal modello digitale DTM con passo 1 m, dove sono rappresentate la sezione del tratto di condotta che attraversano i canali San Nicola e Zozzò con indicate le altezze d'acqua ai differenti tempi di ritorno.

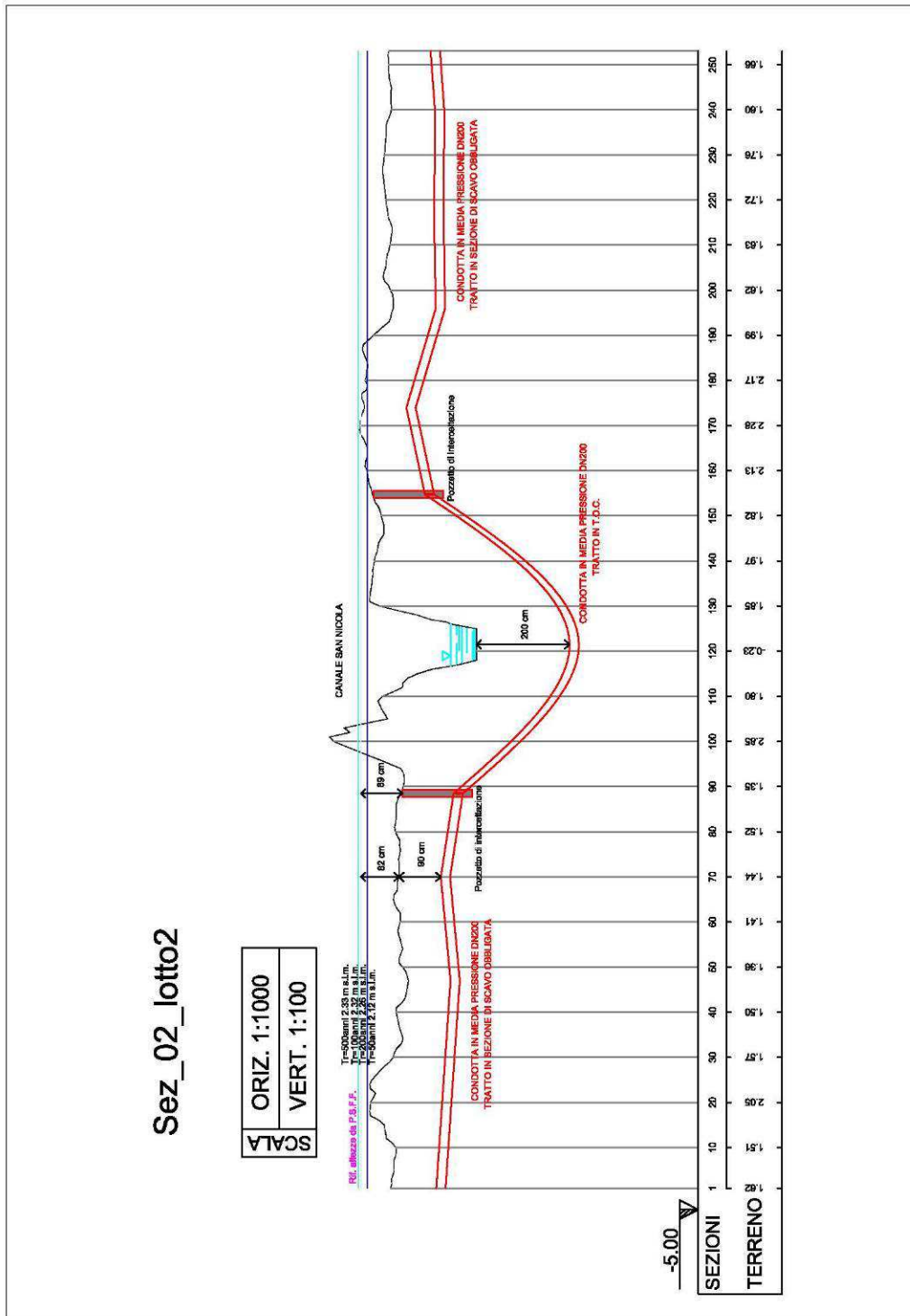


Figura 47 – Sezione “Sez_02_lotto2”. Stralcio della sezione dell’attraversamento del Canale San Nicola.

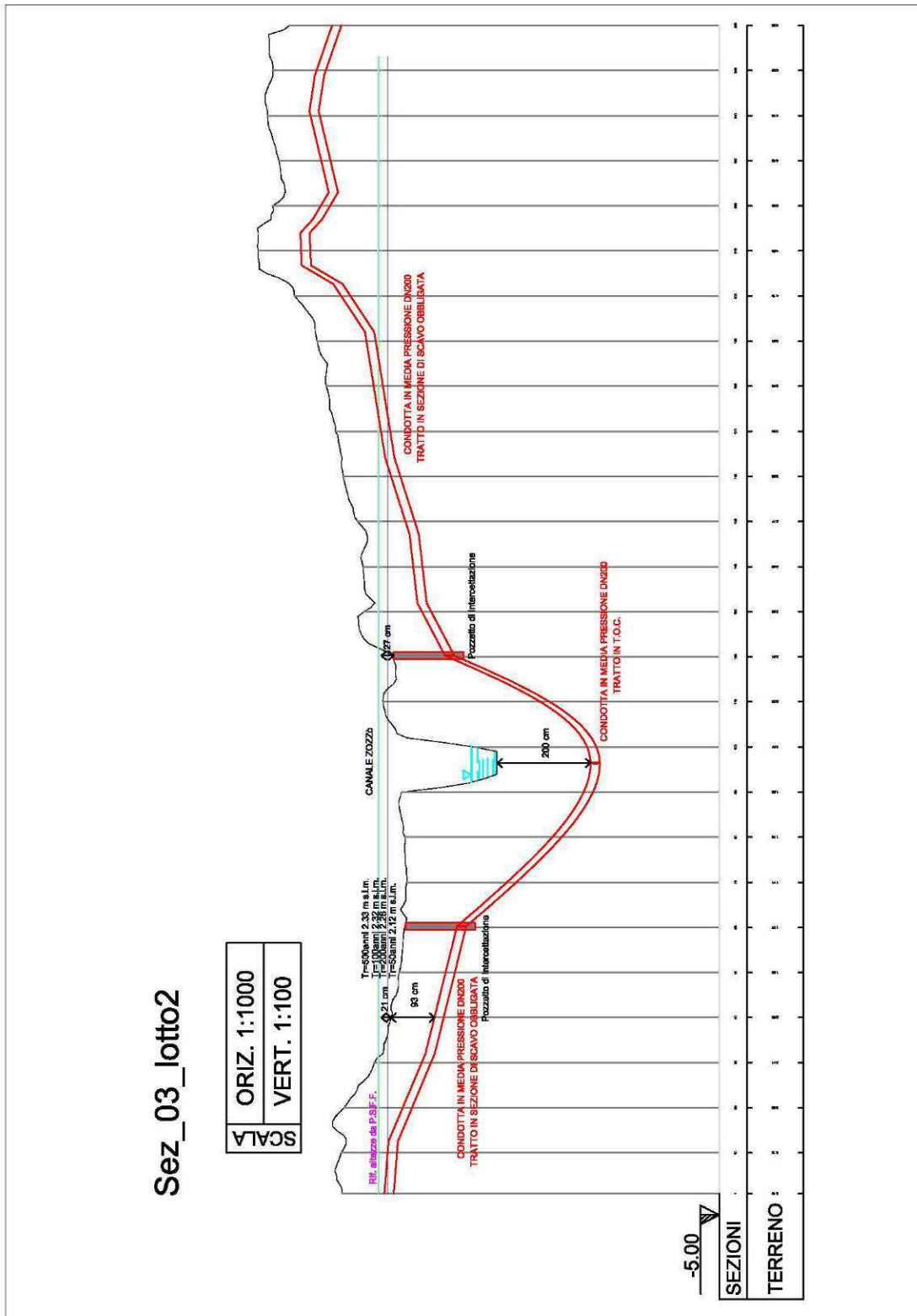


Figura 48 - Sezione "Sez_03_lotto2". Stralcio della sezione dell'attraversamento del Canale Sozzo.

9.5 Interazione tra tiranti e velocità (Variante Piano Mancini), e le opere in progetto

Per quanto concerne l'interazione tra le opere previste in progetto, le altezze d'acqua e le velocità ai differenti di ritorno, è stata elaborata la sovrapposizione della rete con le perimetrazioni contenute negli elaborati relativi alle aree allagate allo stato attuale dello "Studio di variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia".

Da tale sovrapposizione si evince che è possibile identificare n. 3 tratti di rete coinvolti dai battenti idrici:

- tratto 1 – compreso tra le progressive 9+940 e 10+160
- tratto 2 – compreso tra le progressive 11+040 e 11+340
- Tratto 3 – compreso tra le progressive 11+500 e 11+960

Tr = 50 anni

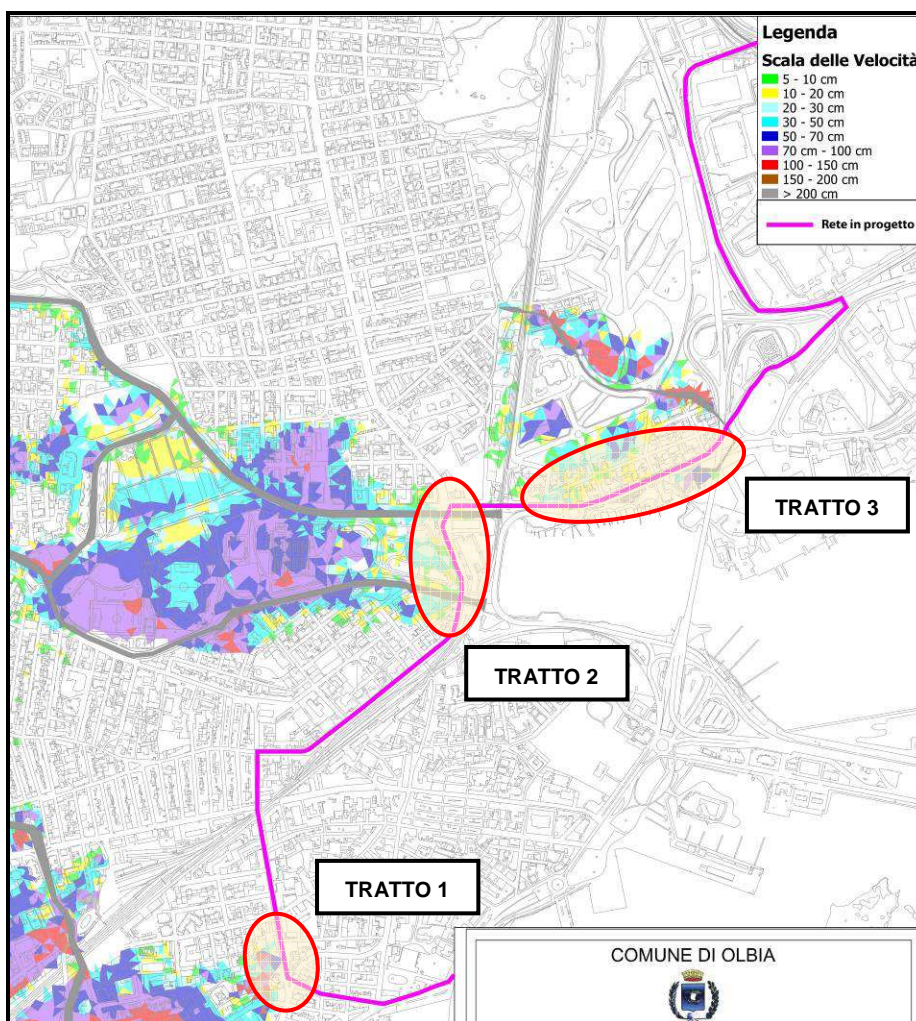


Figura 49 – Sovrapposizione delle opere previste (in magenta), con la mappa dei tiranti idrici a Tr=50 anni.

I tiranti idrici riferiti a $Tr=50$ coinvolgono limitatamente il tratto 1, con valori massimi di 50-70 cm in corrispondenza della progressiva 10+060. Le velocità corrispondenti risultano modeste e comprese tra i 10 e i 30 cm/s.

Il tratto 2 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 10 e 20 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 30 cm/s.

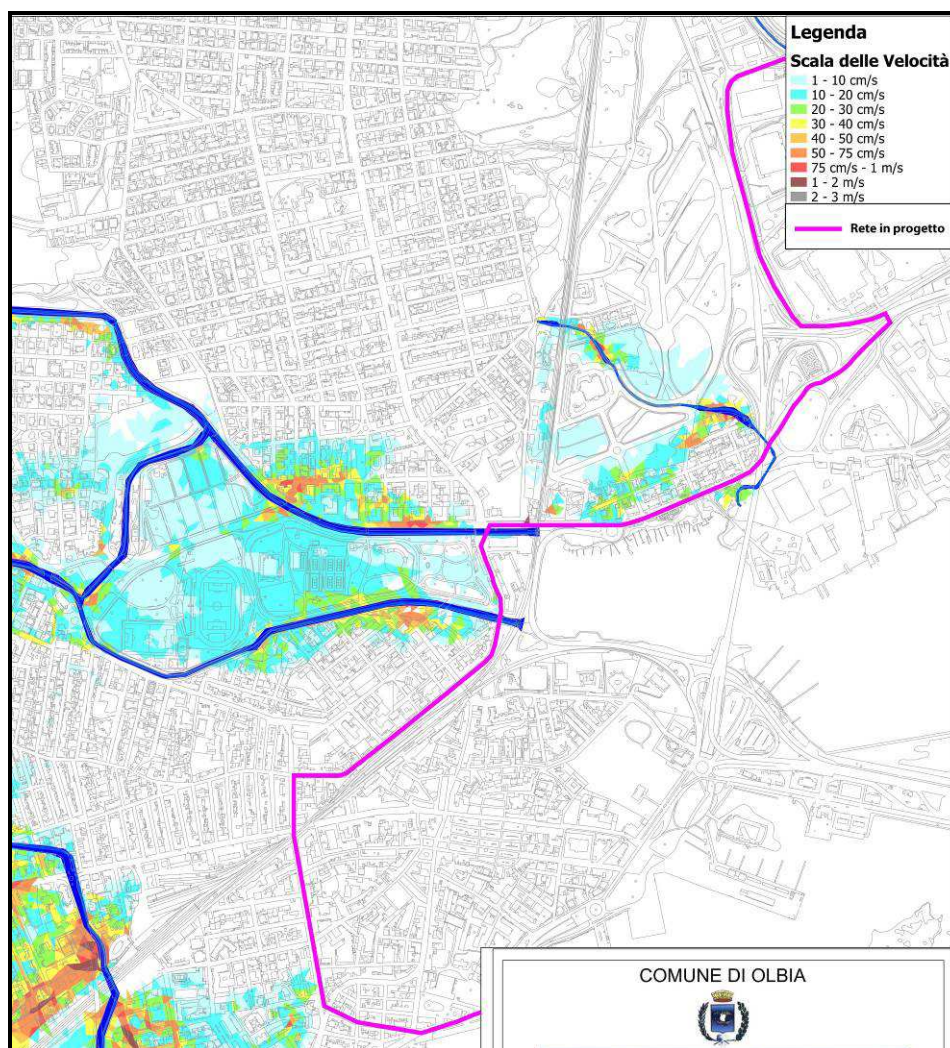


Figura 50 - Sovrapposizione delle opere previste (in magenta), con la mappa delle velocità a $Tr=50$ anni.

Il tratto 3 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 20 e 30 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 30 cm/s.

Tr = 100 anni

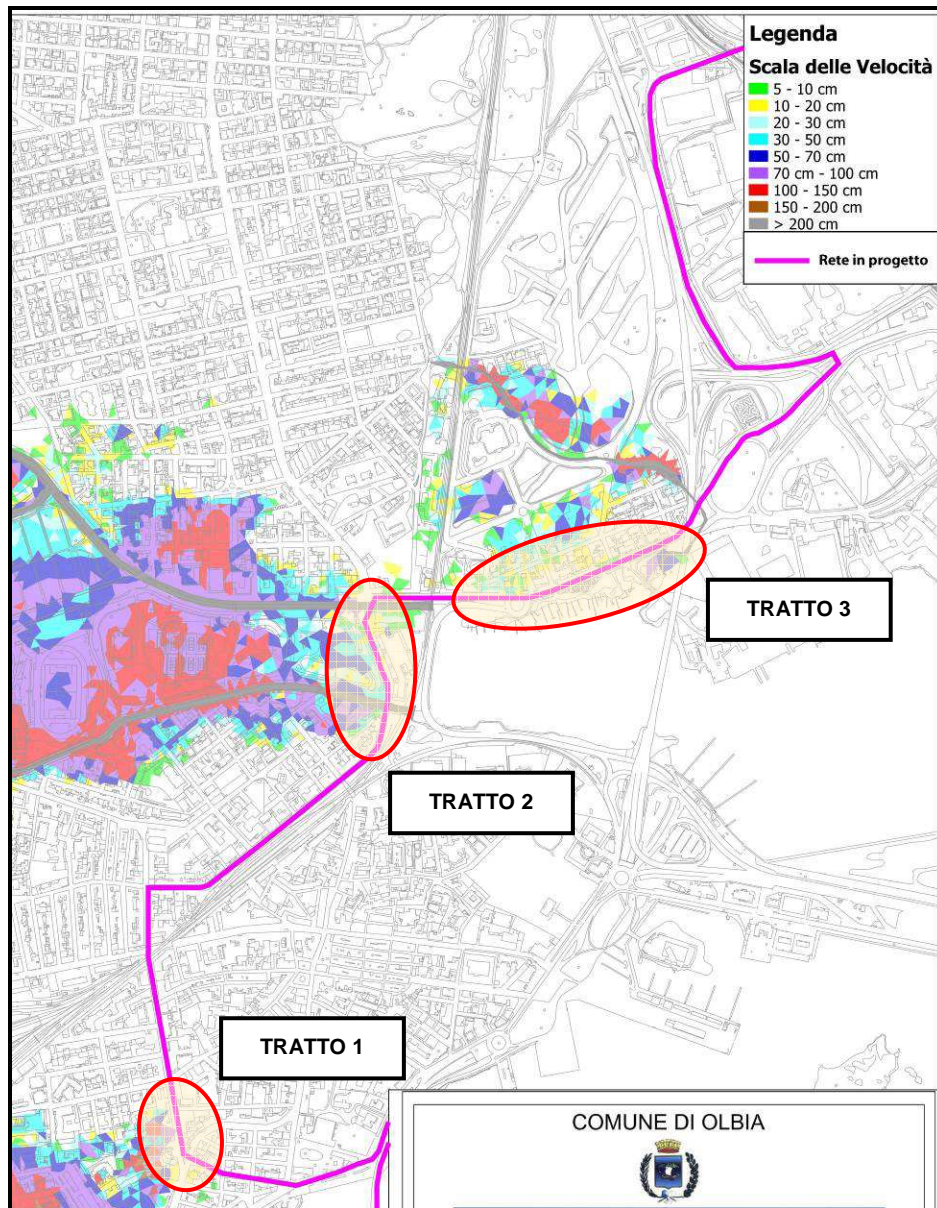


Figura 51 - Sovrapposizione delle opere previste (in magenta), con la mappa dei tiranti idrici a Tr=100 anni.

I tiranti idrici riferiti a Tr=100 coinvolgono limitatamente il tratto 1, con valori massimi di 70-100 cm in corrispondenza della progressiva 10+060. Le velocità corrispondenti risultano modeste e comprese tra i 20 e i 30 cm/s.

Il tratto 2 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 30 e 50 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 40 cm/s.

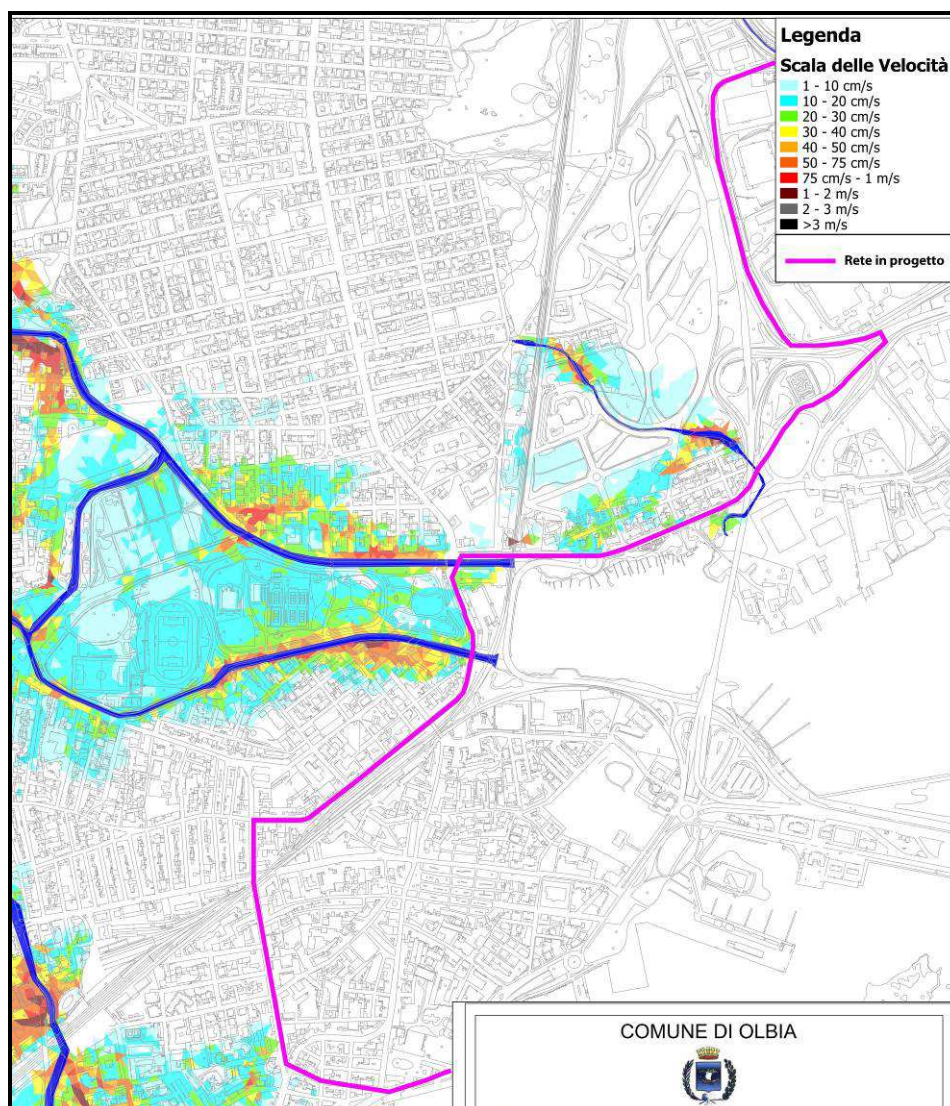


Figura 52 – Sovrapposizione delle opera previste (in magenta), con la mappa delle velocità a $Tr=100$ anni.

Il tratto 3 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 30 e 50 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 30 cm/s.

Tr = 200 anni

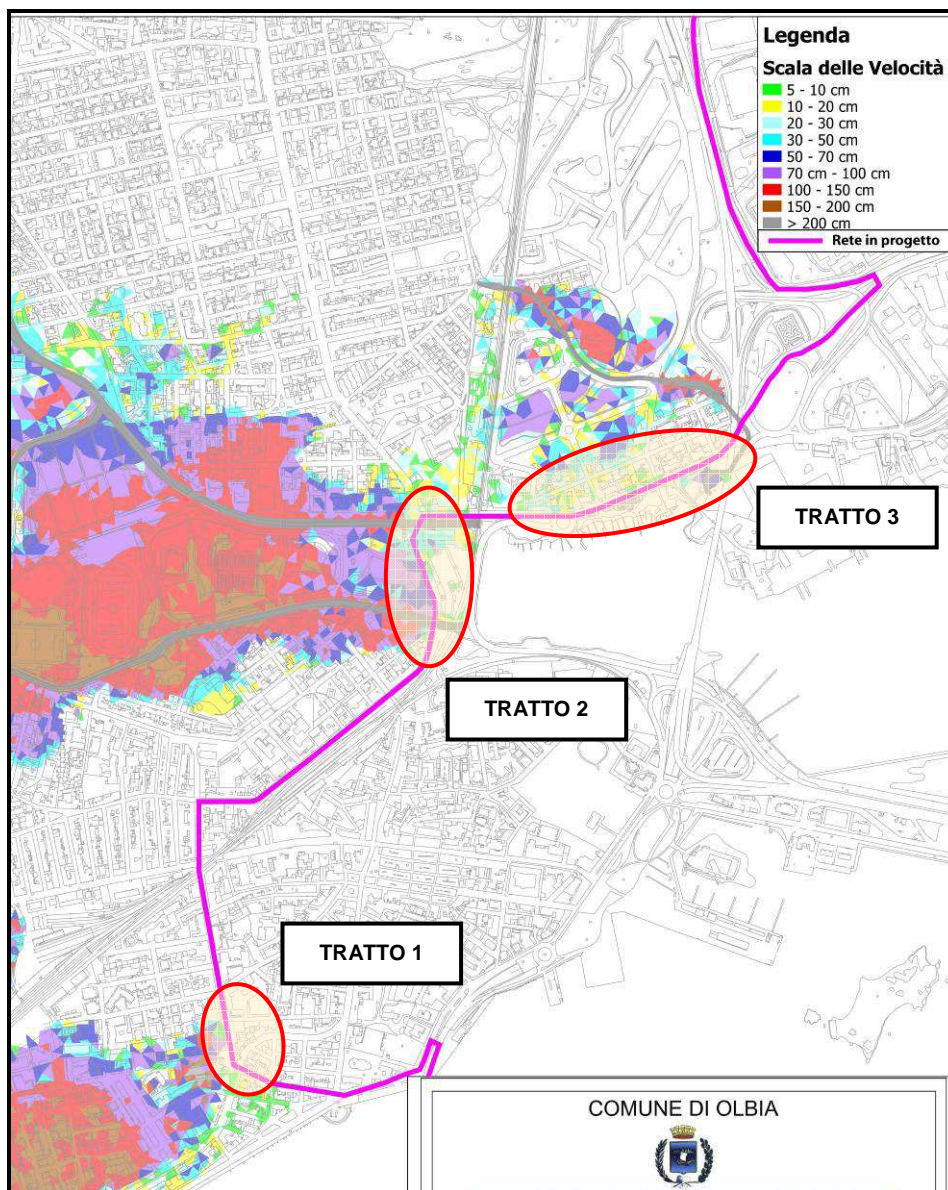


Figura 53 - Sovrapposizione delle opere previste (in magenta), con la mappa dei tiranti idrici a Tr=200 anni.

I tiranti idrici riferiti a Tr=200 coinvolgono limitatamente il tratto 1, con valori massimi di 70-100 cm in corrispondenza della progressiva 10+060. Le velocità corrispondenti risultano modeste e comprese tra i 10 e i 40 cm/s.

Il tratto 2 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 70 e 100 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 75 cm/s.

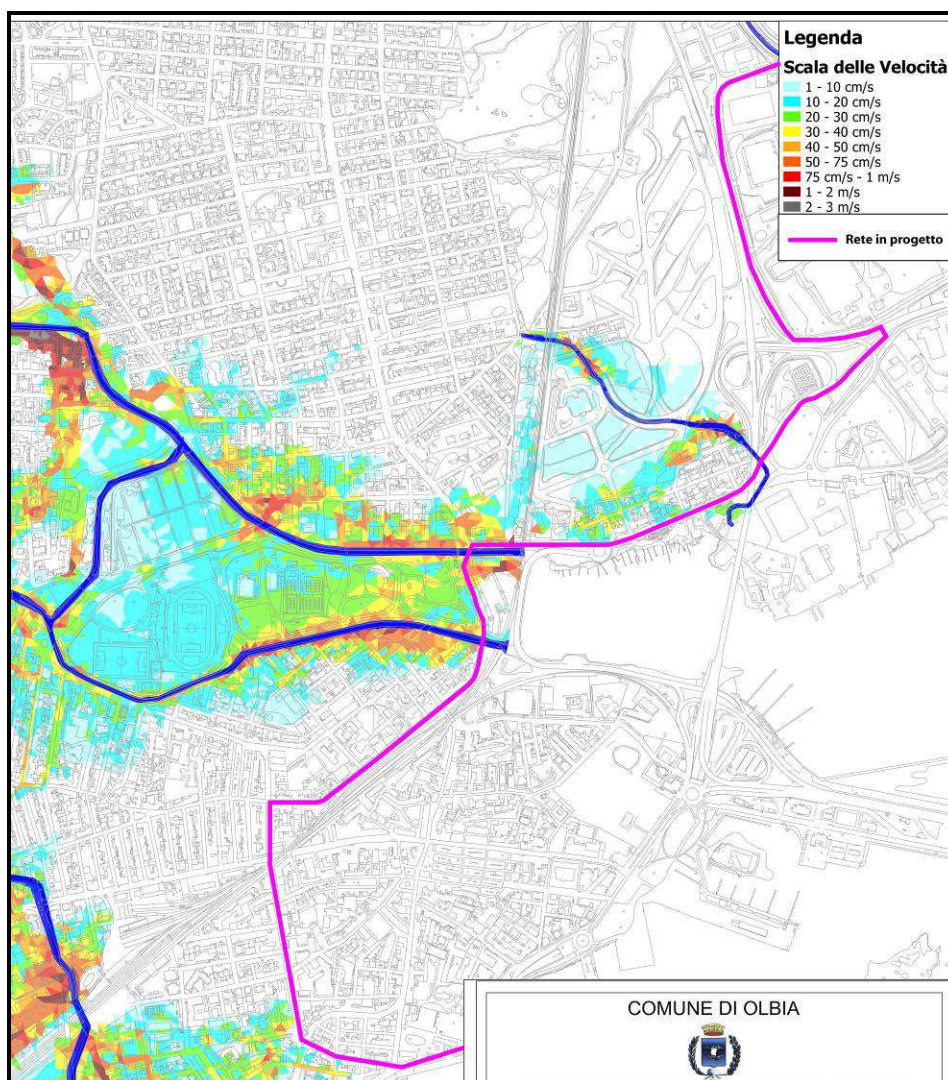


Figura 54 - Sovrapposizione delle opera previste (in magenta), con la mappa delle velocità a $Tr=200$ anni.

Il tratto 3 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 30 e 50 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 40 cm/s.

Tr = 500 anni

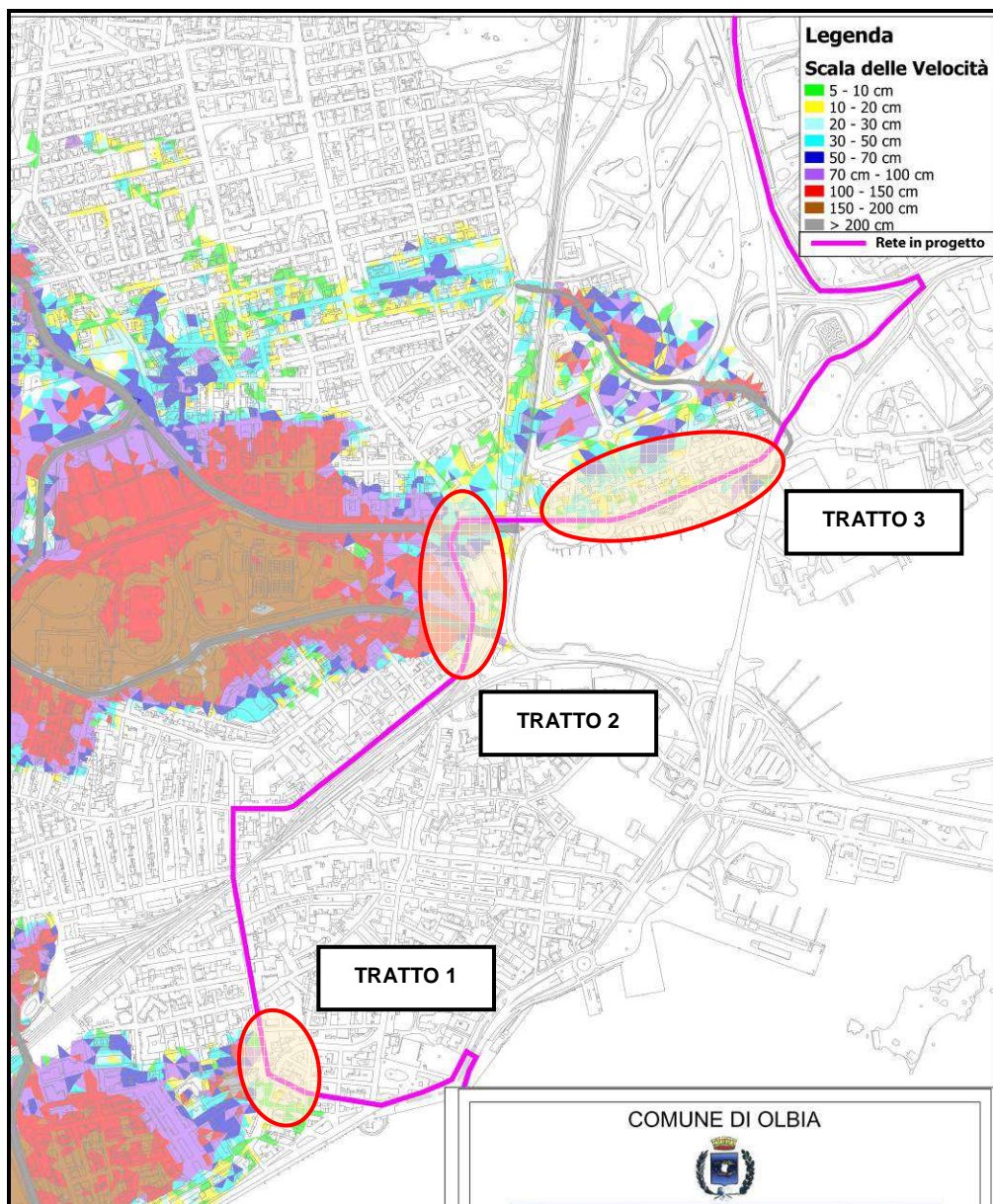


Figura 55 - Sovrapposizione delle opera previste (in magenta), con la mappa dei tiranti idrici a Tr=500 anni.

I tiranti idrici riferiti a Tr=500 coinvolgono limitatamente il tratto 1, con valori massimi di 70-100 cm in corrispondenza della progressiva 10+060. Le velocità corrispondenti risultano modeste e comprese tra i 10 e i 40 cm/s.

Il tratto 2 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 70 e 100 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 1 m/s.

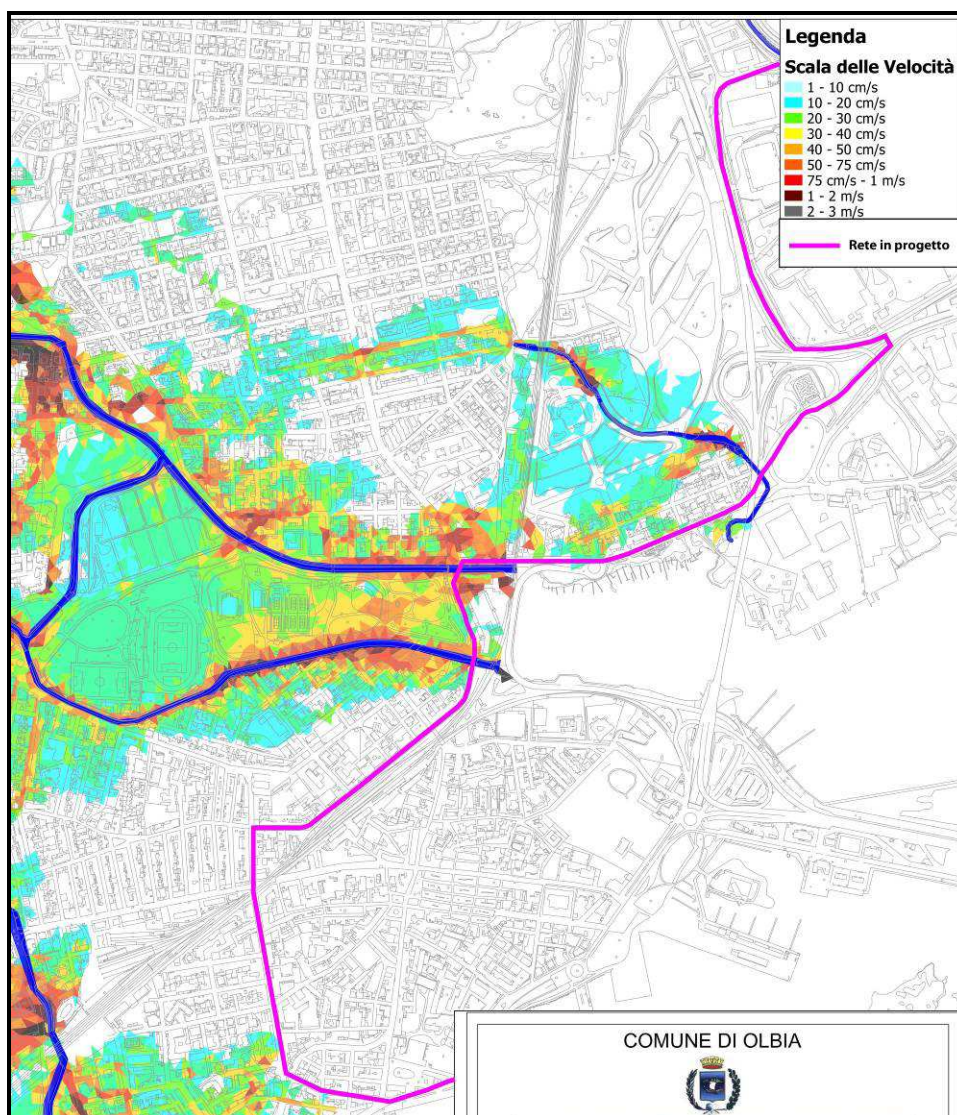


Figura 56 - Sovrapposizione delle opera previste (in magenta), con la mappa delle velocità a $Tr=500$ anni.

Il tratto 3 è caratterizzato da valori massimi di tirante idrico compresi tra 30 e 50 cm, mentre le velocità corrispondenti risultano caratterizzate da valori massimi di 40 cm/s.

Riassumendo, i tiranti idrici riferiti al massimo tempo di ritorno considerato ($Tr=500$), in corrispondenza dei tratti ove saranno realizzate le opere raggiungono raramente (e in settori arealmente limitati), il metro di altezza.

Allo stesso modo, le relative velocità non raggiungono mai valori superiori ad 1 m/s.

9.6 Coordinamento tra il P.A.I. e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.)

Il Piano di gestione del rischio di alluvioni è redatto in recepimento della direttiva 2007/60/CE e del relativo decreto di recepimento nazionale, D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 - "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni".

In particolare l'articolo 7 del suddetto decreto prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs. 152/2006, sia predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (di seguito indicato come PGRA).

L'obiettivo del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni su salute umana, territorio, beni, ambiente, patrimonio culturale e attività economiche e sociali.

Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. Il PGRA individua strumenti operativi e di *governance* (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

Esso contiene anche una sintesi dei contenuti dei Piani urgenti di emergenza predisposti ai sensi dell'art. 67, c. 5 del D.Lgs 152/2006 ed è pertanto redatto in collaborazione con la Protezione Civile per la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico. Nel PGRA vengono individuate le sinergie interrelazionali con le politiche di pianificazione del territorio e di conservazione della natura e viene pianificato il coordinamento delle politiche relative agli usi idrici e territoriali, in quanto tali politiche possono avere importanti conseguenze sui rischi di alluvioni e sulla gestione dei medesimi.

In questo senso il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è uno strumento trasversale di raccordo tra diversi piani e progetti, di carattere pratico e operativo ma anche informativo, conoscitivo e divulgativo, per la gestione dei diversi aspetti organizzativi e pianificatori correlati con la gestione degli eventi alluvionali in senso lato.

Tutte le misure di prevenzione, preparazione, protezione e ricostruzione post-evento previste dal PGRA si suddividono in misure strutturali, come la realizzazione di opere di protezione, e misure non strutturali, quali azioni conoscitive e di studio, manutenzione attiva del territorio, riqualificazione, delocalizzazione, monitoraggio e prevenzione.

L'art. 6 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni" dispone la predisposizione delle mappe della pericolosità da alluvione e le mappe del rischio di alluvioni, in scala non inferiore a 1:10.000, secondo le indicazioni contenute nello stesso Decreto Legislativo.

Le mappe della pericolosità idraulica identificano le tre classi seguenti:

- P3, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni
- P2, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore o uguale a 200 anni;
- P1, ovvero aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento, corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 200 anni e minore o uguale a 500 anni.

3. Le mappe del rischio di alluvione rappresentano i livelli di rischio derivati dall'incrocio delle tre classi di pericolosità con le classi omogenee di danno potenziale, secondo la seguente matrice:

Classi di Danno Potenziale	Classi di Pericolosità Idraulica		
	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R1
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Le classi omogenee di danno potenziale sono rappresentate da D4 (danno potenziale molto elevato), D3 (danno potenziale elevato), D2 (danno potenziale medio) e D1 (danno potenziale moderato o nullo).

Le classi di rischio da alluvione che sono state definite sono R4 (rischio molto elevato); R3 (rischio elevato); R2 (rischio medio) e R1 (rischio moderato o nullo).

Come riportato nell'art. 41 del P.A.I. (Norme per le aree di pericolosità PAI/PGRA),

Nelle aree P3 si applicano le norme tecniche di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) relative alle aree di pericolosità idraulica Hi4, con particolare riferimento all'articolo 27.

Ogni scenario è caratterizzato dai seguenti parametri idraulici:

- estensione dell'inondazione;
- altezza idrica o livello;
- caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Le mappe del rischio di alluvioni prevedono le quattro classi di rischio di cui al DPCM 29.09.1998, espresse in termini di:

- numero indicativo degli abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole etc);
- beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area potenzialmente interessata;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
- impianti di cui all'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette potenzialmente interessate, individuate all'allegato 9 alla parte terza del decreto legislativo n. 152 del 2006;
- altre informazioni considerate utili, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento.

Infine oltre alle mappe di pericolosità e di rischio il PGRA si compone delle mappe del danno potenziale che definiscono la perimetrazione delle aree distinguendole per gravità dei danni attesi in relazione al verificarsi di alluvioni.

La tavola che rappresenta il danno potenziale è fondamentale poiché il rischio, com'è noto è il risultato del prodotto tra pericolosità e vulnerabilità o danno.

Le misure del piano di gestione del rischio di alluvioni devono contemplare e affrontare anche gli aspetti e le azioni necessarie alla corretta gestione in tempo reale degli eventi critici, allo sviluppo e al progressivo miglioramento dei sistemi di monitoraggio idro-meteorologico e di sorveglianza idraulica, alle procedure di allertamento, di pronto intervento, di supporto e soccorso, nonché quelli legati all'incremento delle capacità reattive delle comunità in occasione di eventi avversi.

Pertanto, in recepimento delle previsioni dell'art. 7, c.3 lett. b) e c.5 del D.Lgs. 49/2010 è stata emanata la Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 febbraio 2015 recante "Indirizzi operativi inerenti la predisposizione della parte dei piani di gestione relativa al sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di protezione civile di cui al decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE", pubblicata sulla GU Serie Generale n.75 del 31-3-2015. A tal proposito la competente Direzione Generale della Protezione Civile regionale ha predisposto l'elaborato denominato Re07_ "Relazione sul recepimento della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 febbraio 2015" contenente il recepimento di quanto richiesto dalla citata Direttiva in merito alla predisposizione della parte dei piani di gestione relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile; tale documento costituisce un elaborato del Piano di gestione del rischio di alluvioni.

Inoltre, in attuazione degli indirizzi indicati in questa proposta di direttiva, al fine di supportare le misure non strutturali di preparazione, prevenzione e ritorno alla normalità e analisi, il Dipartimento

nazionale di protezione civile ha sviluppato una piattaforma informatica (FloodCat) per la catalogazione e la consultazione degli eventi storici di alluvioni. Il PGRA conterrà una descrizione dell'organizzazione del flusso di caricamento e validazione, oltre alle indicazioni operative che verranno fornite alle amministrazioni locali per procedere al caricamento dei dati e all'inoltro ai soggetti competenti.

In attuazione dei requisiti di cui alle lett. a) e b) del comma 5 dell'art. 7, il PGRA effettuerà il necessario coordinamento con quanto previsto dal "Manuale operativo delle allerte ai fini di protezione civile", redatto dalla Protezione Civile regionale e approvato con D.G.R. 44/25 del 7 novembre 2014. In particolare, il suddetto Manuale contiene quanto previsto alle lett. a) e b) del comma 5 dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010.

Inoltre, in attuazione delle previsioni di cui alla lett. c) dello stesso comma, il PGRA comprende il Catasto delle grandi dighe e la ricognizione dei Piani di Laminazione esistenti a livello locale; entrambi gli elaborati sono predisposti e aggiornati in collaborazione con gli enti gestori e la Protezione civile regionale.

Infine, per il recepimento delle previsioni di cui alla lett. d) dello stesso comma, il PGRA realizzerà, in collaborazione con la Protezione Civile regionale, una ricognizione dei piani di emergenza comunali e intercomunali redatti ai sensi dell'art. 15 comma 3 bis della L. 225/1992 come modificato dalla L. 100/2012, relativi al rischio idraulico ed idrogeologico. In particolare, per tale ricognizione, è stata predisposta dalla Protezione civile regionale una scheda sintetica contenente la verifica delle principali caratteristiche dei piani di emergenza locali a partire da quella predisposta dal Dipartimento Nazionale della protezione civile.

Si prevede che una prima fase di compilazione della scheda possa essere effettuata direttamente dagli enti locali interessati e successivamente validata dalla Protezione civile regionale.

In tale ambito la Protezione Civile regionale mette a disposizione dei Comuni e delle Unioni dei Comuni un software (ZeroGis) che consente l'archiviazione informatica sia di tutte le risorse dedicate alla gestione delle emergenze sia del modello di intervento previsto dai piani di emergenza locale, oltre alla gestione degli eventi emergenziali e di tutte le informazioni correlate, sia a livello locale che regionale.

Tra le misure finalizzate allo sviluppo e al progressivo miglioramento dei sistemi di monitoraggio idro-meteorologico e di sorveglianza idraulica, con l'obiettivo di incrementare l'efficacia delle procedure di allertamento, nell'ambito del PGRA verranno individuate misure per il rafforzamento della rete pluviometrica e idrometrica.

L'intervento in progetto ricade all'interno della perimetrazione del P.G.R.A., nelle classi di pericolosità P1, P2 e P3, come indicato nella figura sottostante, dove in rosso è indicata l'opera a rete prevista in sovrapposizione con le Tavole Hi-1454 Hi-1475 del PGRA.

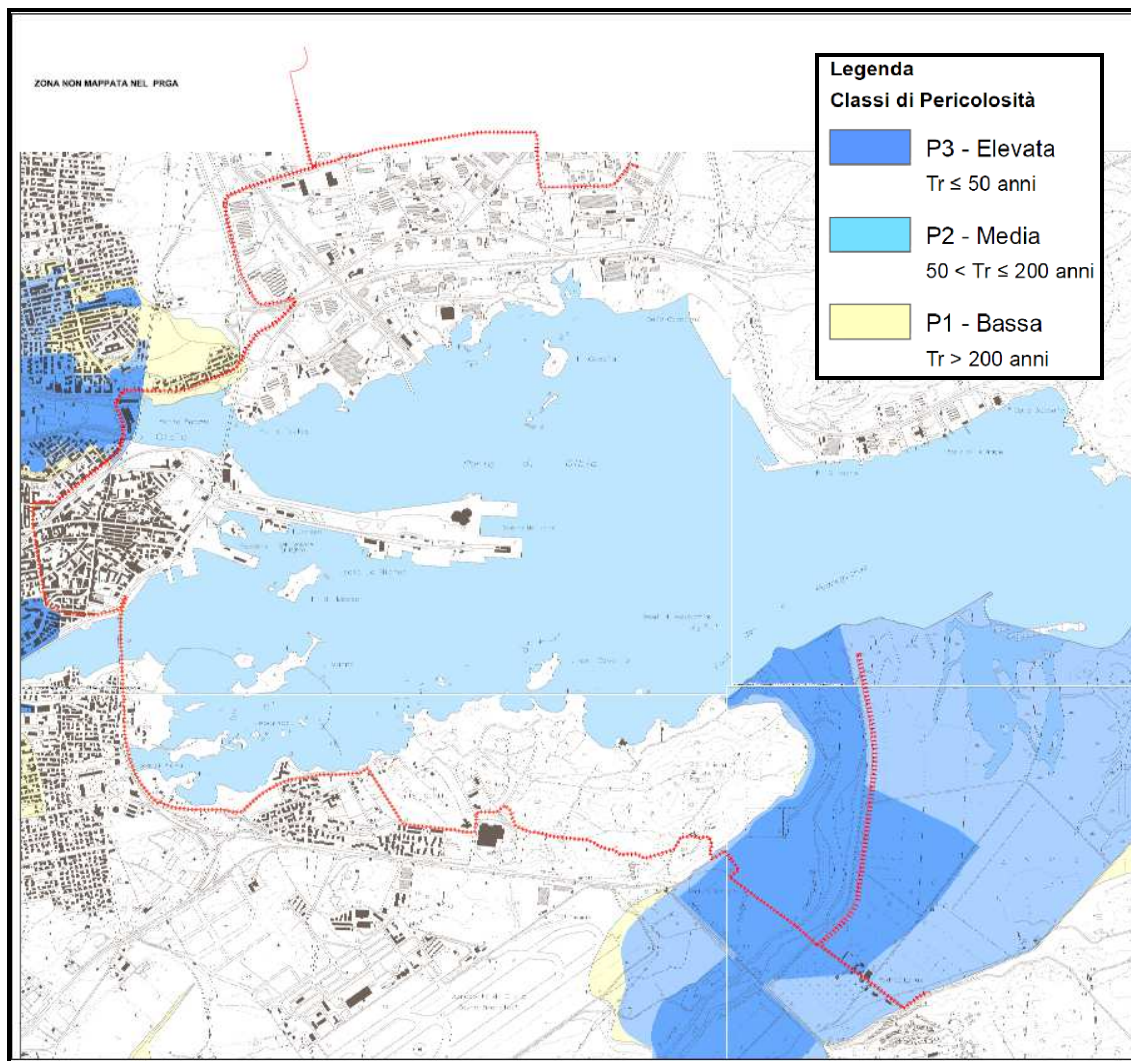


Figura 57 – Stralcio della sovrapposizione dell'intervento previsto con la cartografia del PGRA.

9.7 Processi erosivi in alveo

Il trasporto solido si manifesta quantitativamente come:

- trasporto in sospensione;
- trasporto di fondo;

La stima quantitativa e la previsione del tipo di trasporto solido atteso dipendono dai metodi utilizzati.

Secondo la classificazione di Aulitzky vengono distinti in quattro categorie definite per pericolosità crescente:

- colate detritiche;
- correnti iperconcentrate;
- trasporto di fondo;
- trasporto in sospensione.

L'identificazione per la forma del trasporto solido riporta un formulario per l'identificazione di un fattore di pericolosità che sintetizza le informazioni storiche degli eventi più recenti verificatesi in un bacino.

Granulometria	Forza di trascinamento limite (Kg/mq)
sabbia da 0.5 mm	0.24
terra	0.50
sabbia grossolana	0.65
ghiaietto	1.25
ghiaia	1.40 – 2.9
ciottoli	3.2
grossi ciottoli	15

Tabella 15 – Forza di trascinamento limite in funzione della granulometria.

Nei corsi d'acqua il trasporto solido è definito dall'azione che la corrente esercita sul fondo e sulle sponde dell'alveo in modo tale che il materiale venga movimentato, a seconda delle caratteristiche chimico-fisiche e dei granuli in relazione alle caratteristiche idrodinamiche.

La stima del volume complessivo di sedimenti che può essere mobilizzato da un torrente e/o dal suo reticolo, in occasione di un evento alluvionale estremo assume una importanza fondamentale nella progettazione di interventi di sistemazione idraulico-forestale. Tale valutazione deve essere però preceduta dalla previsione sulla forma di trasporto solido atteso dall'evento di progetto, in quanto da essa dipendono i metodi che verranno successivamente applicati nella stima quantitativa del trasporto solido collegato a questo evento. Infatti diventa preminente al fine di una corretta individuazione delle opere caratterizzare il trasporto solido onde evitare un effetto boomerang durante eventi precipitativi di breve durata e forte intensità

Riprendendo una nota classificazione proposta da Aulitzky (1973, 1982) e frequentemente utilizzata in campo sistematorio, si possono distinguere quattro categorie di trasporto solido torrentizio, che vengono di seguito sinteticamente descritte in ordine di pericolosità decrescente.

Le colate detritiche ("**debris-flow**" o "*mud-debris flow*"), anche definite "trasporto di massa", sono manifestazioni parossistiche legate al trasporto impulsivo e gravitativo di sedimenti grossolani. La colata (nella quale vengono coinvolti di frequente anche massi di dimensione ciclopica) è costituita da una concentrazione volumetrica dei sedimenti compresa, generalmente, fra il 30 ed il 70%. Questi valori di concentrazione solida fanno sì che il fluido, ad alta viscosità, non possa più considerarsi di tipo newtoniano. I debris flow avvengono lungo la rete idrografica secondaria, principalmente di ordine I e II (la superficie dei bacini interessati supera di rado i 30 kmq) e influiscono in misura rilevante sulla evoluzione geomorfologica dei fondovalle, essendo responsabili dei processi di accumulo sui coni di deiezione e dell'ingresso, per ovvie ragioni della mutazione della pendenza dell'asta fluviale, di sedimenti nelle aste idrografiche di ordine superiore.

Per la rapidità con cui possono manifestarsi e la forza di impatto connessa al trasporto ingente di materiali litoidi a velocità non trascurabili (non sono rare velocità di 3-4 m s⁻¹), le colate detritiche possono determinare effetti distruttivi e danni notevoli su zone abitate ed infrastrutture.

Le correnti iperconcentrate ("**debris flood**") sono flussi di massa solida ed acqua con concentrazione volumetrica dei sedimenti compresa, in genere, fra il 20 ed il 30%. Il fenomeno, pur venendo ancora mobilizzata nel corso di un evento una notevolissima quantità di sedimenti, non ha le caratteristiche distruttive e l'impatto territoriale di una colata; il processo di deposizione non si localizza infatti su di un'area ristretta come per i *debris flow*. Il fluido, per la più ridotta percentuale dei sedimenti contenuti nell'acqua, può essere considerato di tipo newtoniano.

Il trasporto di fondo ("**bedload**") è il classico moto dei sedimenti per scorrimento del letto. La traslazione verso valle dei sedimenti avviene per rotolamento, strisciamento e saltazione in vicinanza del fondo dell'alveo o sul fondo stesso. Il fenomeno è innescato dal superamento di determinati valori di soglia della velocità della corrente in prossimità al fondo (od anche dello sforzo tangenziale medio sul contorno bagnato della sezione).

Si raggiungono molto raramente portate solide dei sedimenti trasportati che eccedono il 15-20% delle portate liquide. Anche questo tipo di trasporto può determinare, se protratto nel tempo, la movimentazione di notevoli volumi di materiale e la alterazione morfologica di tratti d'alveo a fondo mobile.

Nel trasporto in sospensione prevalente ("**flood creek**") il trasporto di materiale in sospensione prevale rispetto al trasporto di fondo (che risulta trascurabile). Le piene sono caratterizzate da un basso potenziale di trasporto e dalla mobilizzazione di sedimenti a granulometria fine (sabbia, limo, argilla). La pericolosità degli eventi è trascurabile.

Nell'identificazione dei processi di trasporto nel settore oggetto di studio è necessario precisare che la morfologia dominante è costituita dai litotipi intrusivi e dai prodotti di alterazione degli steei in matrice sabbiosa eterometrica e ben classata. Ciò comporta abbondanza di trasporto solido.

I corsi d'acqua investigati sono essenzialmente ruscelli a carattere torrentizio stagionale e i volumi delle portate risultano coincidenti con gli eventi idrometeorici.

Fenomeni erosivi potrebbero essere riscontrati nei tratti montani non interessati dalle opere in progetto, in corrispondenza di bruschi cambiamenti delle sezioni d'alveo, quindi in prossimità di manufatti di attraversamento stradale o di salti di fondo, se non rivestiti.

Per quanto concerne i fenomeni erosivi nelle aree soggette ad allagamento per esondazione delle piene si potrebbero riscontrare fenomeni differenti a seconda delle tipologie dei terreni interessati:

- nel caso in cui l'esondazione interessi aree naturali fortemente vegetate con alberi ad alto fusto e arbusti, i fenomeni di erosione potrebbero essere molto limitati, e concentrati solo nelle vie preferenziali di ruscellamento superficiale;
- se le aree soggette ad allagamento sono prive di copertura vegetale, in quanto costituite da aree urbanizzate, potrebbe verificarsi il fenomeno secondo cui, al termine della piena, le correnti idriche ritirandosi depositino materiale di diversa granulometria nelle aree soggette ad allagamento.

Le soluzioni tecniche adottate, come detto, per la realizzazione degli attraversamenti in subalveo tengono conto di tale situazione morfologica e sono pertanto previsti come segue:

Al fine di proteggere l'opera in progetto, la condotta che attraversa un canale in subalveo dovrà essere protetta da:

- **un controtubo in acciaio lungo tutta la lunghezza dell'attraversamento più 1.00 m aggiuntivo dalla spalle della sponda su ogni lato;**

- **un getto in cls posato sia superiormente che inferiormente rispetto al controtubo del letto dell'alveo, con spessore minimo di 10 cm su ogni lato;**
- **una rete elettrosaldata immersa nel getto di cls, nella parte superiore al controtubo e lungo i tratti di condotta in corrispondenza delle sponde.**

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Considerate le caratteristiche tecniche e progettuali della porzione di progetto ricadente in area ad elevata pericolosità, si ritiene che l'opera in oggetto sia compatibile con le previsioni del PAI (*art 23 "Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica", comma 9 "allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI)* in quanto:

- **L'opera prevista non peggiora le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo idrografico e non causa l'aumento del rischio di inondazione in quanto essendo interamente interrata a profondità dell'ordine dei 100 cm e non prevedendo movimenti di terra permanenti che possano apportare, nei tratti di sovrapposizione al reticolo, variazioni della sezione idraulica e/o della pendenza dell'alveo che si possano ripercuotere nei tratti a valle.**
- **L'intervento si sviluppa ripercorrendo la rete stradale comunale esistente e non prevede l'attraversamento di suoli o versanti che si trovino allo stato naturale, se non nel caso degli attraversamenti in subalveo.**
- **In nessun caso gli interventi previsti modificheranno interferiranno con gli interventi mirati alla riduzione e/o l'eliminazione delle cause di pericolosità.**
- **Come evidenziato in precedenza, la rete del gas si sviluppa interrata ad una profondità dell'ordine dei 100 cm. Con queste caratteristiche non sono previste opere o impianti fuori terra che possano costituire nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o alla capacità di invaso.**
- **L'intervento è concepito in maniera tale da non interferire con i corsi d'acqua e quindi con la naturalità e la biodiversità di questi.**

- **Nei tratti di attraversamento di strade sterrate, il ripristino degli scavi deve essere tale da impedire l'infiltrazione delle acque e potenziali fenomeni erosivi da dilavamento.**

- **Tutti gli attraversamenti presenti in aree soggette a pericolosità e rischio idraulico verranno interrati e/o realizzati in subalveo con posa in trincea e in nessun caso dovranno attraversare le luci costituendo ostacolo al deflusso dell'acqua.**

- **I lavori di scavo a sezione obbligata in corrispondenza dei tratti a pericolosità idraulica e nei periodi di maggiore precipitazione meteorica, saranno limitati a piccoli tratti rapidamente ripristinati al fine di impedire lo scorrimento delle acque all'interno delle trincee e impedire fenomeni erosivi sulle strutture adiacenti.**

- **Per quanto detto in precedenza si traggono le seguenti conclusioni con espresso riferimento alle Norme di attuazione. In particolare, per quanto riguarda l'Art. 23 delle NTA del P.A.I., le opere previste:**
 - non peggiorano "le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle";
 - non compromettono "la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime";
 - non aumentano "il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate".

- **Per quanto sopra detto l'area considerata nel presente lavoro è ritenuta, con gli adeguati accorgimenti progettuali, idonea e compatibile con la realizzazione dell'opera.**

Si allegano le sovrapposizioni delle fasce di inondabilità (P.S.F.F.) e di pericolosità idraulica del P.A.I. con l'opera prevista in progetto nelle condizioni ex-ante ed ex-post (Elaborati B.7, B.8, B.9 e B.10).

11. BIBLIOGRAFIA

Servizio Geologico d'Italia – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:250.000 (2008).*

Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Siena, Centro di GeoTecnologie – Firenze

Servizio Geologico Nazionale – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:200.000 – Firenze (2001)*

Servizio Geologico Nazionale – *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Vol. LX (2001) – Roma.*

Prof. Ing. Marco Mancini - *Studio di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia – 2014*

Comune di Olbia - *Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'Art. 8 comma 2 delle NTA del P.A.I. del territorio extraurbano del comune di Olbia. – NOV 2015.*

ALLEGATI

- *Sovrapposizione sezioni 01-02 e 03 e altezze idriche PSFF in scala 1:1.000/100*

RIFERIMENTI PROGETTUALI ALLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

- *B.7 - Planimetria sovrapposizione rete gas - aree soggette a pericolosità idraulica Hi – Condizioni ex-ante ed ex-post*
- *B.8 – Planimetria sovrapposizione rete gas - aree soggette a pericolosità idraulica inviluppo PAI/PAI Art. 8 c.2/PSFF - Condizioni ex-ante ed ex-post*
- *B.9 - Planimetria sovrapposizione rete gas – fasce di inondabilità del P.S.F.F. - Condizioni ex-ante ed ex-post*
- *B.10 - Planimetria sovrapposizione rete gas – PAI/PAI Art. 8 c.2 - Richiesta parere tecnico Comune di Olbia*

- B.11 - Planimetria sovrapposizione rete gas - PRGA Mappe della pericolosità da alluvione
- B.12 - Planimetria sovrapposizione rete gas - Fasce fluviali Studio di Variante al PAI
- B.13 - Planimetria sovrapposizione rete gas – Aree soggette a perimetrazione P.R.T.C. - Agglomerato Industriale di Olbia

RIFERIMENTI ATTRAVERSAMENTI SOGGETTI A PARERE GENIO CIVILE – ADIS

- I.2 Interferenza n. 10 - Attraversamento alveo naturale Progr .3+990
- I.3 Interferenza n. 11 - Attraversamento fiume Padrongianos con T.O.C. - Progr. 4+430
- I.6 Interferenza n. 14 - Attraversamento canale Zozzò con T.O.C. (via G. D'Annunzio) - Progr. 11+100
- I.7 Interferenza n. 15 - Attraversamento canale San Nicola con T.O.C (intersezione via G. D'Annunzio -Via dei Lidi) - Progr. 11+300
- I.9 Interferenza n. 17 - Attraversamento canale Cabu Abbas (via Corea)- Progr. 13+240
- I.10 Interferenza n. 18 - Rotatoria Europa - Tubolari tombati
- I.11 Interferenza n. 19 - Canale Tombato via Tunisia
- I.12 Interferenza n. 20- Canale Tombato

Si precisa che tutti gli attraversamenti elencati risultano già autorizzati con Determinazione Prot. N. 3092/REP. N. 42 del 13/04/2017.

I TECNICI

Dott. Ing. Giuseppe Delitala



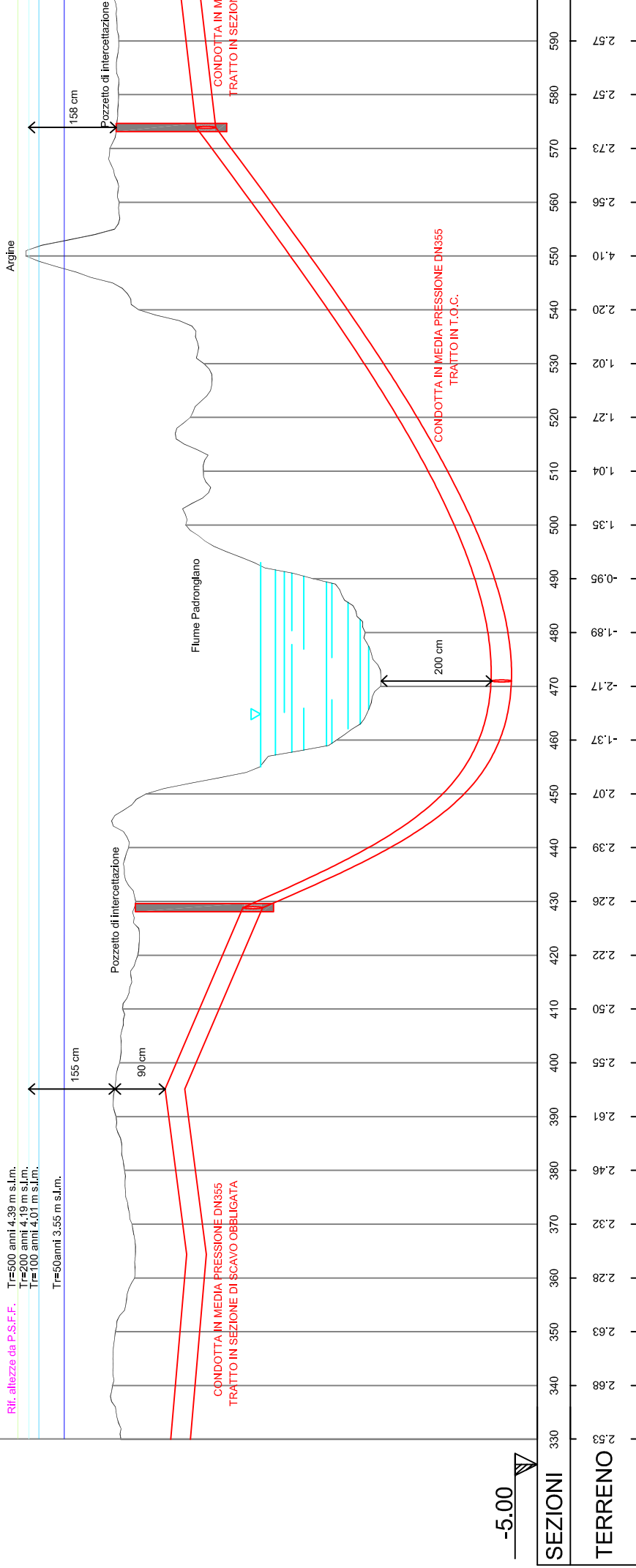
Dott. Geol. Alberto Gorini



Sez_01_lotto2

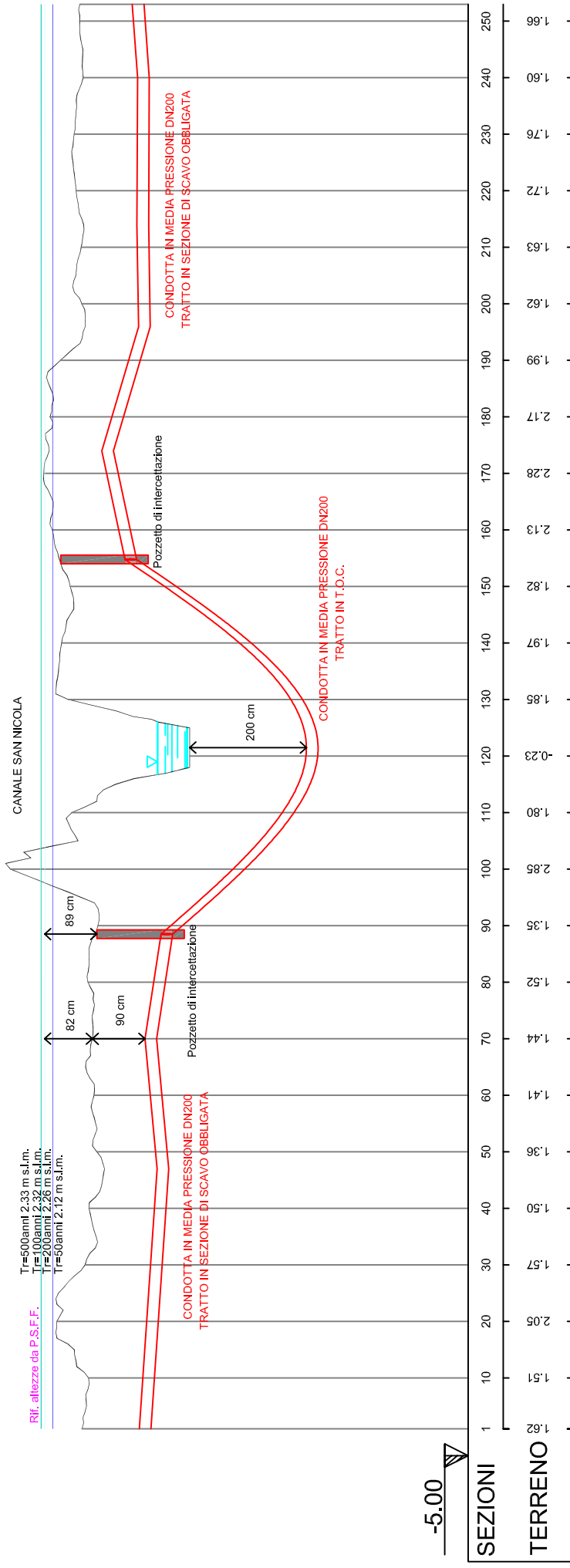
SCALA	ORIZ. 1:1000
	VERT. 1:100

Rif. altezze da P.S.F.F.
Tr=500 anni 4,39 m s.l.m.
Tr=200 anni 4,19 m s.l.m.
Tr=100 anni 4,01 m s.l.m.
Tr=50anni 3,55 m s.l.m.



Sez_02_lotto2

SCALA	ORIZ. 1:1000
	VERT. 1:100



Sez_03_lotto2

SCALA	ORIZ. 1:1000
	VERT. 1:100

